

新 中 學 文 庫

傳

遺

哥 希 密 德 著
羅 宗 洛 譯



商 務 印 書 館 發 行

自然科學小叢書

遺 傳

R. Goldschmidt 著
羅 宗 洛 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

目次

| | | |
|-----|--------------|-----|
| 第一章 | 遺傳特質 遺傳素質及外界 | 一 |
| 第二章 | 生殖細胞與受精 | 四〇 |
| 第三章 | 孟特爾遺傳法則之根本事實 | 七二 |
| 第四章 | 孟特爾遺傳法則補足 | 九六 |
| 第五章 | 染色體與孟特爾分離法則 | 一一五 |
| 第六章 | 染色體及遺傳之詳述 | 一二六 |
| 第七章 | 性染色體與伴性遺傳 | 一四九 |
| 第八章 | 遺傳因子之協力作用 | 一六八 |
| 第九章 | 遺傳因子之總和 | 一八五 |
| 第十章 | 新遺傳特質之起源 | 二〇六 |

遺傳

二

第十一章 遺傳之法則與人類……………二二七

遺傳

第一章 遺傳特質 遺傳素質及外界

無論何人，其一生未曾一度考慮及於遺傳 (Hereditry) 之問題者，未之有也。斯言也，殆非過度之言；蓋或調查親子間相似之點，或就某一一人而研究其人種之特徵，或研究其近親或遠親之血族的特質，出現於此人之何處時；見犬貓之同腹所產之兒，白色與斑者雜在，則生詫異之心；向賣花者定購指定之草花種子時，諸如此類，皆不外初步之遺傳研究故也。上述諸例，皆認定，兩親或遠祖之特質，遺傳即傳之子孫爲當然之事，或對此雖略有懷疑，然假定其如此。即遺傳學之門外漢，亦必感覺此等遺傳，當非凌亂無序者，然一旦欲發見其法則，則立逢絕望的混亂而止。兩親之特質，完全出現於其兒女者固有之，然亦有兒女不似父母而似其祖父母者，總之欲爲簡單之記述實不啻夢想。

雖然，苟能使此混亂狀態，一變爲秩序整然之狀；苟能知父母之特質，在何時及在如何狀態之下，傳之子孫；苟能知何種特質，能傳之子孫，何種特質，不能遺傳，與個體同盡於丘墓之中；苟能知病的素質及可嫌惡之素質，如何而可不遺傳於子孫；則豈非愉快之事乎。

但遺傳之狀況，知之愈深，則彷彿可見多數不易打破之困難，實際此等難點，對於遺傳之學問，亦不失爲足以妨礙其進行之障礙物。遺傳學確尙未能將此等難點，完全除盡——無論何種科學，有能完全除去其難點者乎——今此新境地，已大行開拓，無論何人，其有欲一探自身本質之秘密者乎，請毋躊躇，來與予共入此新境地可也。或者各處遭遇困難之地，亦未可知；但此等境地，僅須徐緩其行，即可超越。與嚮導者願致其力，使不慣於科學峻嶮之路者，不必十分努力，即能超過峻阻。略費僅少之勞，諸君即可從事於值得努力之事，即諸君自身之事件也。

最初似應先將一重要之點闡明。提及遺傳，花匠即想及樹木，農人即聯想家畜或穀菜等之種，醫生即憶及遺傳性之精神病者，而法律家則思考先天性之犯罪者。但普通之人，則僅考慮其本身。

即瓊瑜互見之人類是也。即如此書者，即欲於人類之種種，爲進一步之理解計而讀者也。此誠佳事，蓋人類對於其遺傳，知之愈深，則如畜牧家應用遺傳學之智識改良其品種，欲應用之於人類之慾望，亦必愈增。然本書中所述，多關於人類以外之生物之遺傳，如鼠、鼯鼠、花、果實及蛆蟲蠅等之類。其理由如次。生物界即動物與植物中，有僅限於殊特動物或植物之現象。例如人類有其構造可以驚異之手，此手與人類頭腦之發達相依賴，行其特異之作用，是故欲研究手之機構，則捨人類外，無可求者。又如鹿角者，特殊之皮膚變形物，僅見於動物之一小部分，今欲以鼯鼠爲材料，而研究角之形式狀態，或就構造全異之羊角而研究，直不可能之事。雖然，此外生物界中，亦有生物全般共通之現象存焉。即如一切血清療法及種痘之可能，皆由於人類血液之特性，然此種特性，哺乳動物全體，大致相同。故斯道之研究者，皆以鼠、天竺鼠、兔等爲材料，徐徐進行其研究，其所得結果，確能應用於人類。最後，不但動物或植物，即包含人類之全生物界中，亦有共同發生共同表現之一般的性質。例如攝入外氣於體內之方法而論，則人類、魚類、昆蟲、植物等，可謂各有不同之呼吸法。但苟明白呼吸作用爲物理的化學的何種過程，即苟知呼吸爲氧之攝取，二氧化碳之排出，則吾人即得一動植物

共通適用之現象矣。故研究昆蟲蛆蟲等之呼吸作用而發見之法則，即可取而適用於人類及其他任何生物。

遺傳亦不能外此例，何則，自一滴水中所生息之微生物至最高等之動植物，其數無限，然全體生物界中，任何生物，其不能因生殖而生與自己同稱之個體者，即不能將自己之特質，遺傳於子孫者，未之有也。遺傳進行之狀況，苟一一分別詳細研究，則其根本皆同。吾人雖不敢謂無一二殊特之點，但關於根本之現象，可謂皆無何等之差異。故屢經證明，苟於生物之某部類，發見一法則能美滿適用，則不可不視作生物界共通之法則也。與吾人人類各個有深切交涉之遺傳上最重要之法則，發見於豌豆之研究；自小蠅之研究，關於遺傳上極微細之點，得到非常重要之見解；關於受精(fertilization)之知見，對於遺傳之了解，實為必要不可缺之知識，但其最精確之知見，皆得自海膽(sea urchin) 蛔蟲 椿象(aenaria lewisi scot.)及蝶之類，對於研究者所貢獻之知識，較其較高等之生物為多；凡此種種，皆不足怪。醫學者以兔、天竺鼠、鼠、犬等為試驗動物，行應有盡有之試驗，其結果對於人類之生活上，增進非常重大之進步。種種之動植物，對於遺傳學者寄與非常重要之知

識，亦恰與此同。其理由極易了解。蓋欲研究遺傳，須有適當之生物可任意使之繁殖者。如欲使所發見之法則，普遍適用，則須可及的觀察多數個體，因此有從上下數代為精密研究之必要，此甚明也。是故與醫學者之試驗動物之兔相當而最合吾人之目的者，須能任意使之繁殖，而產生多數之子女，且其子女，須迅速成長而即能行生殖作用者方可。適合於以上諸點者，非人非猿，非象非馬，乃前所舉之各種動植物也。根據注意周到之研究結果，較之上例之動植物，常人以為更重要之生物，其中如吾人人類等，在遺傳上觀之，無一例外。例如音樂才能之遺傳，蠅背上所現之斑點，及毛之遺傳，皆受同一遺傳大法則之支配而行者也。

欲探究遺傳之秘密，則須先考慮所遺傳者為何物。第一、無論何種生物，均屬於一定種類，此明明白白之事，最先感知。所謂種類者，即博物學所稱之種（species）。種者何也，雖為屢經議論之問題，然吾儕於此問題，不欲深究，由吾人之本能與經驗，知馬，人等皆屬於一定之種類，而人生人，馬則產馬，因生殖之作用，某一種之生物，皆將其種所特有一切特質，遺傳於子孫。但此際「遺傳」一

語，有何意義，似應先加說明。舉一例以明之，人類有骨骼，此骨骼由各保有特殊之形狀，大小與位置之百餘骨所組成。此等骨中，縱使其一破片，雜入他動物之骨堆中，解剖學者，亦能檢出之。人類有筋肉與內臟，此等雖與猿之筋肉內臟相似，然有無數微細之點，爲人類所固有者。人類有血液，其化學的特徵，儼然有一定，故雖僅少之血跡，亦能確實證明其爲人類之血。諸如此類，人類之「種」之特徵，如一一加以記載，可成一卷之書，極爲多端。而此等特徵，一切同稱傳與子孫。否則人類將絕跡矣。

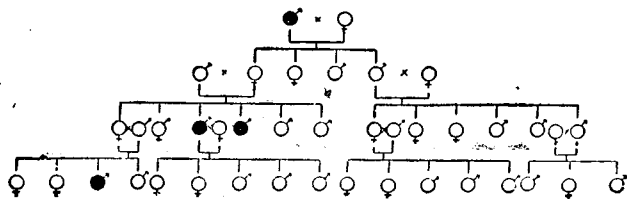
細察人類，各種人類，雖同爲人，然同時人類中有若干部類，此等部類，各有相互不同之點，而此不同之點，又皆傳之子孫。卽黑色之皮膚，肥厚之唇，及身體之構造上具有特殊形質之黑人，有之；黃色之皮膚，眼稍上向之黃色人種，亦有之。此等雖絕非種之特徵，然其爲遺傳之特質，固甚明也。再進一步考察，則前述人種之大部類中，雖甚微細，尙有遺傳之特質在。卽如日本人與中國人，東菲之黑人與西非之黑人，各具有特徵，可以區別；是卽表明此等人所呈之差異，皆能遺傳者也。然而中國人或日本人中，亦各有差異，如此順序而下，可達到一家屬。卽每家屬亦有其特有之容貌，特殊之性質疾病。此等微細之遺傳特質，組成各個人個性(individuality)之大部分，爲吾人日常見慣上與吾

人有甚深之利害關係者，吾人往往或馨香禱祝或戰戰兢兢而自問曰，此等特質，果能遺傳於子孫乎？

如此吾人已到達在暴露遺傳之神祕之前須先行解決之問題矣。曰遺傳者何物耶？特質之中，有無僅限於其人之一代，其人死後，即與之同盡，不遺傳於子孫者乎？遺傳之特質與非遺傳之特質，互有何種關係乎。

此種問題，初見似覺無謂。蓋吾人僅須調查兩親之特質，再現於子孫與否，再現時則可謂其特質已遺傳於次代，若未再現，則可視為非遺傳者。但實際是否如此簡單，試一考察。第一圖為有名之抱有血液病一家屬之家譜簡圖。患此病者，往往自微細之傷口不絕出血，失去多量之血液，因而致死。其故因其血液中缺乏凝固血液所必要之要素。第一圖所示之家譜，雖為略圖，因係初出，為此後製作此等家譜時之準備起見，特加說明。自古以♂為表示男性之符號，此為軍神之楯與槍之象形，又表示女性時用象形女神 Aphrodite 之鏡與其柄之符號♀。此處所表示之簡單家譜中，白孔為

無問題之特質者，黑孔則表示有此病的特質者。橫列表示各世代，故有四橫列時，其家譜即表示曾祖父母，祖父母，父母，及子女之關係。兩親所生所有之子女，以一水平直線及由此而下之垂直線結合之，兩親與子女間則以垂直於橫線之直線聯結之，夫婦之間，則以橫線聯結，由此橫線，下一直線，與其子女聯絡。今觀此家譜，第一代（即第一橫列）時，缺乏凝固血液要素之男子與正常之婦人結婚。此一對夫婦產生二女二子，皆正常無病者。即此疾似非遺傳性者。但其一女（第二列之左方）與正常之男子結婚，夫婦共生二女四子（第三列左）二女正常，二子亦正常，惟其餘二子，則有血液不凝固之病。蓋此疾病，越一代而遺傳於孫。第二代男子中之一人（第二列右），亦與正常之婦人結婚，此夫婦所生之三子三女（第三列右），皆正常無病。故此病在此場合，亦似非遺傳者。第三代之三女中，有姊妹二人皆經結婚，第四代共生八人之子



第一圖

女，皆屬正常。家譜之左方第三代諸人中，一正常之女子與正常之男子結婚而一有病之男子則與正常之婦女結婚。正常之女子與正常之男子共產子女四人，其中有一血液不能凝固之男子（第四列左），但有病之男子與正常之婦人結婚，共生正常之子女五人（第四列稍左）。於是吾人發生疑問，此出血不止之病，究爲遺傳性之疾病乎。家譜之左半，雖有種種不規則之處，似乎遺傳。然右半則似不遺傳。上例至後率再詳述，蓋此爲遺傳性疾病之特例，後當說明，使容易了解。此處僅表示特質之遺傳與否，實非易言者，乃爲須經精密研究之問題，此義苟明，吾願足矣。

爲正當了解關於遺傳性及非遺傳性之種種意義起見，再舉一例。今沒有農夫於此，欲出賣豆類於市場而栽培之，又設賣主所要求之豆粒大小爲一定，農夫應此需要，栽培大中小三種之豆，即栽培有常生大中，或小種子之遺傳的特質之純粹品種。爲達此目的計，須使三品種，完全保持其純粹。在豆此事不甚困難，蓋豆與多數植物同樣，具兼有雌雄兩性之花，且能自花受粉（self-pollination），借用畜牧家之口吻言之，可謂一品種中，毫不混入他種之血。故農夫常可收穫大中小三品

種之豆。茲從上述三品種中各收豆千粒，而精密測定其長度。其結果則雖屬於同一品種之豆，決無二顆長度完全相同者。任何品種，近似於其品種特有之大小者，雖占大多數，然亦有較其品種之平均値略大或略小之豆。今假定小品種之特有大小為平均一〇耗，則千粒小品種豆之中，可發見六、七、八、九耗之豆及十一、十二、十三或十四耗之豆。中品種之大度平均値，苟為十五耗，則此品種中，亦必有十一、十二、十三、十四耗之豆及十六、十七、十八、十九耗之豆，混雜於其內。平均大度二十耗之大品種，千粒之中，二一、二二、二三、二四耗者之外，尚有十六、十七、十八、十九耗之大小者。第二圖即將上述之測定結果表示於一圖中。見此圖後最初之感覺，即吾人認為純粹之品種中，並非所有個體，皆適合於其品種之標準，實略有差異，若以專門術語表示之，即多少有變異 (variation) 是也。惟尙

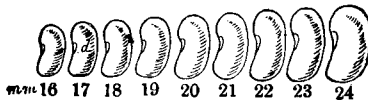


圖 二 第

有一重要之點。假如農夫出示一粒十三耗之豆，而不說明此豆究從包裝各品種之囊中之某一囊取出，則吾人殆不能區別此豆究屬於中品種之小者，抑屬於小品種之大者。同樣苟默然取出一粒十七耗之豆，吾人亦不得知其為中品種之大者抑為大品種中之小者。於是吾人乃了解一可驚異之事實。即二個體——在前例為二粒之豆——在遺傳上，雖各不同，然表面上則完全相同。可見外觀對於遺傳上之性質，並無何等指示。

今再就實地試驗之。設農夫不加解說，而取出數粒十三耗之豆。播種之後，其中植物之一株，產生平均十耗與少數自六至十四耗長度之豆。因此可知前所播種之十三耗之豆，雖較小品種之平均略大，確屬於小品種者。且此豆繼續數代播種，所產之豆，其平均之長度，皆與小品種同。蓋遺傳與子孫者，為其品種之特質，即平均十耗之長度，而非其個體之物質之十三耗長度也。又前所種十三耗豆之中，另有一粒，發生一株植物，此植物產生平均十五耗之豆，不過其中亦有十一至十九耗長度之豆雜在。可知此豆雖與前同，亦為十三耗之長度，但確屬於中品種。此時其個體固有之長度十三耗，較小於其品種之平均長度，亦不遺傳與子孫，所遺傳者仍為其品種之平均長度也。關於此點，

在大品種似無再詳細伸說之必要矣。第三圖即明
 示此等關係者。吾人既知單由個體之外觀，不能測
 知遺傳上之特質矣，今又得知遺傳特質——上例
 為大中小品種之特質——明瞭出現於各個體之
 子孫。此實非常重要之點，今後亦將反覆說明。茲為
 今後說明便利計，欲先介紹一二術語。各個體在外
 觀上所表示之型曰現象型(phenotype) 註①，前
 例十三耗之豆。即為中品種之現象型。但以品種區
 別而言，即以遺傳上之特質而論，此中品種之現象
 型，或屬於小品種，或屬於中品種，其所以然者，僅由
 此等豆之子孫之情狀而知之。有時有與其現象型

註① 現象型或作表現型。

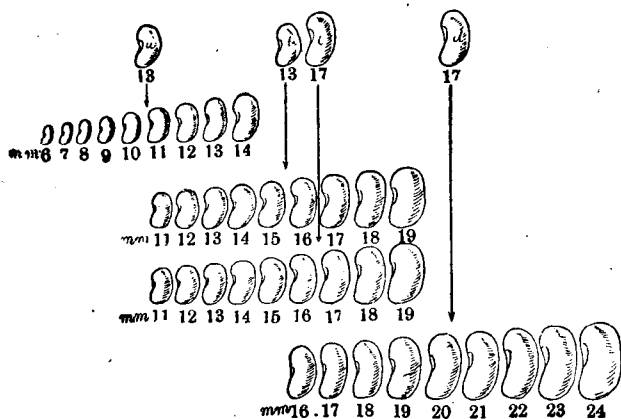
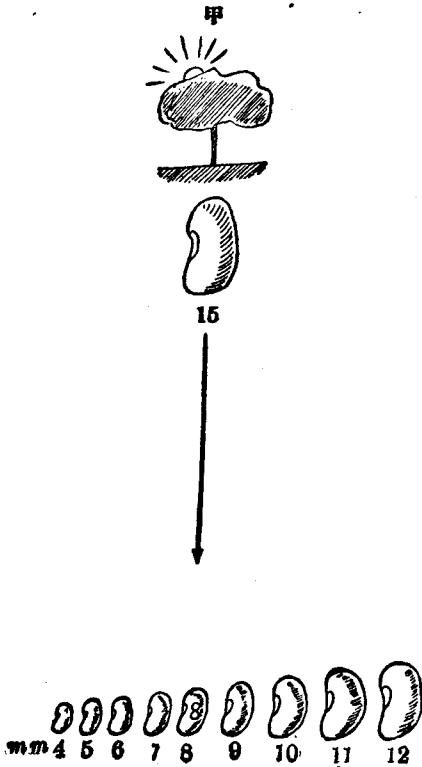


圖 三 第

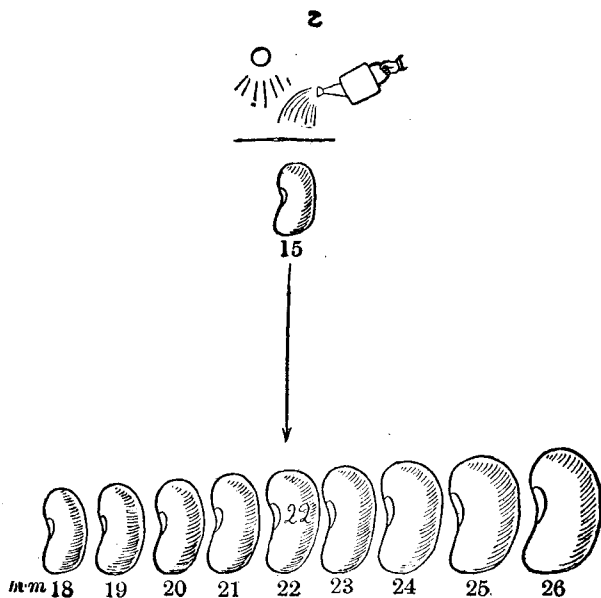
一致之遺傳特質，名之曰遺傳型 (Genotype)。前例十三耗之豆，雖屬於同一之現象型，實則有二種完全不同之遺傳型潛在其中。又前述之血液不凝病 (haemophilia) 之家譜，既經一度之說明，則遺傳型及現象型之意味，可以了解。二健康之姊妹中，一人所產者健康之子女，另一人則除產健康之子女外，尚舉血液不凝症之子女，此不可思議之事實，已經詳述。此事實亦可為現象型對於遺傳型無何等指示之一例。此二姊妹之中，其一人現象型與遺傳型相一致，故不但其本身健康，即對於其子女，亦能以正常血液之性質遺傳之。另一人其自身雖健康，但遺傳血液不凝症與其子女，殆有病的遺傳型者乎。事實如是，後段尙擬將此特別遺傳之徑路，於其微細之點，加以平易之說明。

今且復歸於豆之例，再行有興味之研究。此次擬僅就平均長度十五耗之中品種實驗之，然大品種及小品種之豆，亦可作同樣之實驗，自不待言。先選出多數正十五耗之豆，分成數組各播種於不同之花壇中。其一組播種於地味豐饒肥料充足之地，其次播種於地味肥料皆劣之區，其三或在日照過強之地或在陰僻之地不適於豆類之生長之處播種。即播種豆於養分光線水分等不同之

花壇，而觀其結果。此等花壇之豆，各各結實後，將各花壇所產之豆分別測定其長度，一驗其究與遺傳型之十五耗符合與否。為避去過分之煩雜計，單調查播種於最好適之花壇及最劣之花壇者之結果，其他皆付之不問。第四圖即明白表示此結果。（圖乙）描寫日光與灌水，表示種在最上花壇之豆。（圖甲）畫有樹陰，表示種於最劣花壇之豆。其下方即示自兩方花壇收穫之豆。此兩者不但相互不同，良好花壇中所產之豆，平均有二十二耗之長，超出



甲 圖 四 第



乙 圖 四 第

大品種平均值之上。此豆之母體，原為平均長度十五耗之中品種，自不待論。然最劣花壇所產之豆，其平均長度不過八耗，其中最大者，亦僅十三耗，較此品種之原來平均長度尚劣。此結果苟細加考慮，則此品種之遺傳型為十五耗之長度之一說，是否正當，成為疑問。於是言遺傳型時，不得不加以制限，即遺傳中此品種之長度，生長於普通中等之園地時，為十五耗。反之在較好之狀況之下，長度更大；在較劣之狀況之下，則長

度較小。吾人從此簡單之實驗，獲得二非常重要之知識，卽此知識之真確，已經數次反覆之證明。其一、具有同一現象型之完全同一之遺傳性質，能爲不同之表現，此表現之差異，概由於生物所生存之外界狀況，如養分、空氣、光線等而發生者也。因此吾人達到重要之一點：曰吾人不可謂此爲遺傳型，或彼爲遺傳型，應曰在如此如此外界之狀況之下所見之遺傳。例如豆之遺傳型，在中等栽培狀況之下，爲十五耗之長度。自現象型之立場而論，現象型者，一面爲遺傳型作用之結果，他面則爲因外界之狀況而發生之結果也。

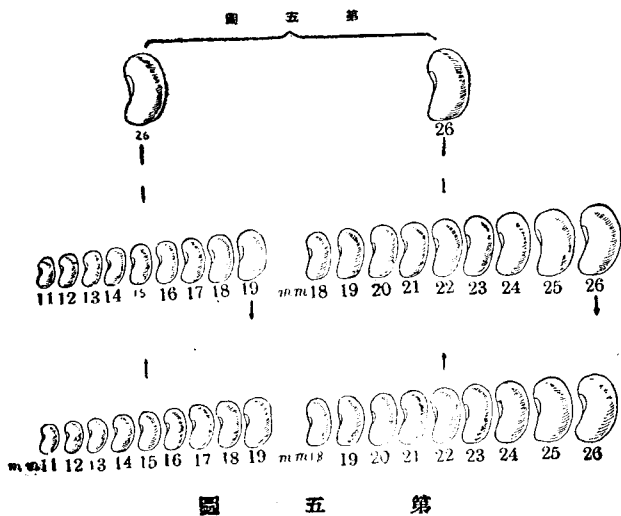
以上所述各事，藏有如何重大之意義，若適用於人類社會之一例，卽可知之。人類有多數惡劣之遺傳素質如犯罪性之素質等，已爲明白之事。同時環境之狀況能驅在良好境遇之下不爲惡事之人爲反社會之行動，此亦周知之事實。人類社會，苟一考慮及如何可使犯罪性之個人變爲最無害者，則卽直面先天性犯罪者與後天的造就而成之犯罪者之區別。所謂先天性犯罪者，乃由來於惡劣遺傳素質之犯罪者，普通無改善之望。何則，其遺傳素質，使彼不得不犯罪故也。是恰與先天的音樂天才，縱不琢磨其技，亦不能成非音樂之人同。他方面亦有相同之事。畫聖 Raphael 縱使缺

其兩手，恐亦能成偉大之畫家，亦未可知。然而吾人雖可假想，生來具有犯罪性之素質者，亦能使之努力克服其惡劣之傾向，但此爲世所周知，實爲稀有之事。吾人已於豆之例知之，欲改變其遺傳素質，無論如何，爲不可能之事，可憐彼之病的遺傳素質，且確實傳與子孫也。反之，遺傳素質本佳，但爲惡劣環境所驅，趨入迷途者，欲引之復於正路，雖恐非可能，所幸此人之子孫，不承繼何等之惡質。蓋其惡非其人之本性，不過因逆境而被之外衣耳。同類之例，後或將再行舉出，但上例已足表明自豆之實驗所得知見之有重大意義矣。

豆之實驗，更須繼續行之。第四圖明示十五耗之品種，在最適狀態之下，即肥料灌水及日照等佳良之時，其所產種子之長度，可達二十六耗。於是吾人或發生以此爲基礎，而製造一長大品種之希望亦未可知。即從實驗所得之豆中，擇其最大者播之，或能得更大之豆，而此豆又產更大之豆，如此繼續選擇，則所產之豆，可逐漸加大。然不幸此等希望，全等於夢想，其不能之原因，可自實驗知之。今取二十六耗之最大之豆，播種於二花壇；其一方與元來播種十五耗之品種時相同，爲中等之狀

況，他方則十分注意，務使其環境美滿。然則其結果如何？第一花壇所產者，爲與元來之品種不差毫釐之平均十五耗之豆。此等豆毫不表示特以巨豆播種之痕跡。兩親所受之特別良好狀況之影響，全不傳於子孫。完全辜負吾人之期待。在第二之花壇，豆之平均長度，與兩親完全同一，皆爲二十二耗者。其最小及最大者，爲十八與二十六耗。在同一佳良狀態之下，栽培巨大之豆，則至少得同稱大小之豆，然事實相反，其平均與兩親之品種平均同值。且此非僅見之事，即將此實驗反覆十年，其結果亦不副吾人之期待。在良好之花壇，選種最大之豆，雖繼續選種至十年之後，結果則與第一次之實驗同樣，豆之長度，爲自十八至少六耗。又同稱之實驗，苟在中位之狀況下行之（當然，又一實驗，須在惡劣之狀況下行之），栽培之結果亦常同。蓋外界之狀況，僅作用於各個個體，至於個體之遺傳特質，毫不變化。外界之影響，不能遺傳者也。然尙有實驗之餘地。十年或二十年間，繼續選種最大之豆，在最上之環境之下栽培後，再使之生長於中等狀況之下，則似應有少些之影響，所產之豆，或應較元來之豆，略大幾分亦未可知。然不幸竟毫無影響。依樣實驗之結果，又得十五耗之豆。十年乃至二十年間，以最上之環境，選種最大之豆，然其結果，與發端時無異。此實驗表示於第五圖。

上述結果，細加考慮，甚覺不可思議。蓋不但與世人普通所想像者，成正反對，與吾人所開關於淘汰之事實，亦甚矛盾。淘汰也者，實普遍之根本原則也，常選最佳者而使之繁殖，則可改善其品種，此飼養動物或栽培植物者所一致承認者也。苟告是等人曰不能如是，則彼等必肆其譏笑無疑。然則何者是乎。前所述之事實，其為正確，不待言，但飼養栽培者，亦非錯誤。何則，彼等之言與吾儕所論者，略有不同故也。故吾人擬先釋明此誤解。如此不但對於遺傳之科學上的理解，甚為重要，對於飼養栽培者之實地施行，即遺傳法則之正確的應用，亦為重要之疑問討論。



對於上述之疑問，得潛心研究起見，再回歸至豆之實驗之發端，再證明豆以外任何生物之任何性質，皆能為同樣之實驗。據吾人已得之經驗，完全純粹之豆之品種，在同一境遇之下，必有一定之平均長度，例如小品種之豆，有十五耗之平均長度是也。但此如第二圖所示，不過為平均長度，少數之豆，或較此為大，或較此為小，此品種之全體種子之長度之平均值，為十五耗之特有之長度而已。然而吾人對於同一品種之全體種子中，中等大小者若干，較小者若干，較大者若干，向未注意。今且調查此點，取多數前述品種之種子，一一測定，由其長度為區別，各分置於九袋中。豆有十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九耗者。各袋依豆之大小之順序而排列，則如第六圖所示。最大之袋，即含有最多數之豆者，恰為十五耗之豆，即與平均值相當者也。由此向兩側，則袋之大小，漸漸減少，其兩端之袋，僅含有極少數之豆。換言之，大多數之豆，皆為中等之長度，最少數者為極小及極大之豆，其他皆介乎此等之間，而順序整齊，增加其大度。第六圖表明分別裝入袋中之豆及其全體豆之百分率，由此觀之，自最小之數開始，逐漸上昇，達最大之數，復逐漸減少。數字成爲一列，即三、八、十

十六、二八、一四、一一、八、二%。自列之中央至右方與至左方，大致相同，即對稱者也。此中央之十五耗豆爲標準之豆，名曰中央值 (median)，較此大者可謂正偏差 (positive deviation)，較此小者可謂負偏差 (negative deviation)。而此全部稱曰變異系列 (variation series)。略爲學術的解說，此變異系列之正偏差與負偏差，皆以中央值之個體爲中心而互相對稱，漸向兩端，則漸次減少其數。更以科學的表現法表示之。第六圖中九袋之頂端，以線聯絡之。此線之爲曲線，自不待言，在此例爲中等大度約十五耗之豆所產種子之長度之變異曲線 (variation curve)，變異之範圍爲自十一至十九耗。

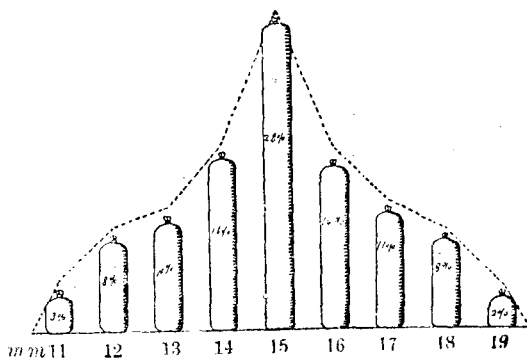
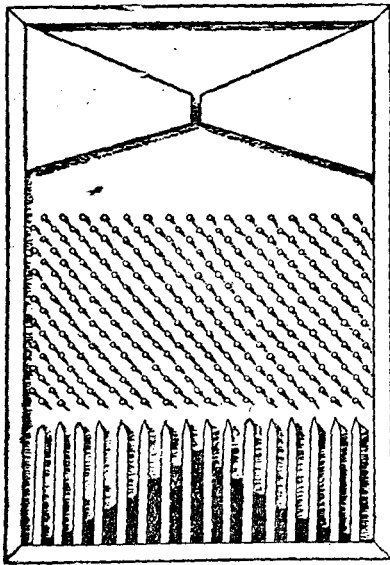


圖 六 第

最可異者，研究用之個體數愈多，則此曲線之形亦愈光滑，而成爲對稱之曲線。更顯著者，凡測

定生物性質之研究中，其能常得變異曲線者，例頗極多也。在此須喚起讀者之注意者，上述之事項，全就純粹之品種而言，如豆等植物，常由自花受精而蕃殖，故得保持其純粹。今且探求上例特有對稱曲線之意義。此可遊戲而會得之。祇須作猜謎可矣。茲擬爲第七圖所示名曰 *Fig. VII* (擲彈) 之戲。不用一或少數之彈，以大量之散彈，自上方充滿之。次乃將箱直立，使散彈自間隙落下。箱面有數列規則之釘，落下之彈子不但與釘相衝突，即彈子與彈子之間，亦互相衝擊。箱之下方，有若干間隔，落下之彈子，皆集於其內。俟彈子全體落下後，加以檢視，則不可思議者，各間隔中散彈分布之圖與豆袋之圖如出一轍。中央區所集之彈子居最多數，左右兩極端則最少，此等之中間，自左右向中央爲階段。



第七圖

的增加。此等配例，如何發生。自此遊戲，可完全明了。是蓋由於偶然之有規則的作用。落下之一彈子，殆必與一釘相遇而被彈至左方，又與一釘相衝突而偏向右方，在此又與落下之他彈互衝，又飛向左而又再被彈回右方。如此情形，任何彈子皆經數次反撥，然後落下。苟全體散彈大小及其他諸點均同，而釘之排列，又正確平等，板亦一樣平滑，則散彈之偏於左或偏於右，皆出於偶然。但苟偏於左，則必被反撥而偏於右，故達於中央區者最易發生，自一方反撥至他方之機會，不若是之多故也。因此自中央向左右之各區中，所落下之彈數較少。然欲達兩端之間隔，則非繼續數次偏向同一方向不可。衝突之發生情形，全出於偶然，故單向一方之反撥，頗不易發生，故兩極端之彈數最少。

然則此遊戲所示教者何也？自遺傳素質而言，在普通狀態之下，將成長為十五耗之豆，生長之際，能遭遇種種境遇之釘。園地之一隅，為雲所蔽，不得日照，他隅則水分稍多，諸如此類微細之偶然頗多。但平均而言，此等皆互相抵銷，僅特別之好況，或僅殊特之劣況累加，而發生更大之豆或更小之豆，實為稀有之事。由是與平均值稍有不同，即所謂變異者，為外界對於生物之影響，其發生之理由，可以了解。不但如此，變異曲線之所以呈特別之形，亦能說明矣。

於是吾人復歸於出發點，即飼養栽培者所謂繼續選擇最上之種子，可改良其品種之主張，究爲正當乎。對於此問題，吾人可如此說明。與測定中品種之豆同稱，測量小品種及大品種之豆，則可到達完全一致之結果。即吾人可得特有之變異曲線，此曲線在小品種其頂點（最大之袋）在十耗之處，大品種則在二十耗之處。然後取各品種之所有之袋使其內容之豆，混於一處。再測定全體之豆，依其大小，而分裝入各袋，依豆之大小，而排列其袋。於是袋中之豆，雖爲三品種之混合物，然同樣可得變異之曲線。單由此曲線，則內容爲純粹之品種乎，抑爲數品種之混合物乎，不得而知。若從此等混合物中，選取最大之豆而播種之，豆之最大者，本屬於大品種，而此大品種乃與他品種相混在，故翌年僅產生大品種之豆。此時吾人不過自三品種之混合物中，探出其最大者耳。若將此大品種與其他分離，而自其中選擇其最大者，再行一年之實驗，則此次完全無效，不過獲得大品種之全套標本而已。故已如吾人所學，在純粹之品種中，雖行淘汰，並無何等結果。

上例最初之得有效果者，乃自遺傳上不同品種之混合物中，檢出其最大之品種，使與其他品種分離之故，此已明白了解矣。今有一栽培者於此，在某豆園中，開始工作，假定彼最初對於豆之遺

傳上之性質毫無所知，但已選出最大之豆。如此則翌年園中可得平均較大之巨豆。於是彼將自以爲淘汰已圓滿成功。但仔細調查，此園中本有種種品種之豆，混雜存在，則彼必能知悉彼不過選出一定之品種而已。是故以後雖屢加淘汰，必無效果。

尙有一言，附加於此。吾人所論者，皆關於純粹之品種。所謂純粹品種者，與通常所稱之品種，似不一致。獬犬 (bulldog) 與尨犬 (shaggy dogs) 等皆稱犬之品種。然此等品種之內，尙有遺傳上之微細差異，例如大型之獬犬與不甚大形之獬犬之類。門外漢或曰，飼主某有特別佳良之獬犬之種族，此等種族，且愈成大型之犬云云。利用世間一般流通之思想，此等種族，亦稱之曰品種，實則分別種族 (race) 系統 (line) 家族 (family) 等言之爲宜。雖然可區別之遺傳特徵，知之愈細，則發見指示遺傳上純粹部類之新單位，愈行困難。吾人至後章習得關於雜種之知識後，或能剪除此種難點，亦未可知。

自上述諸點，更可進一步。以上皆以豆爲例而言，豆爲普通之白花受精之植物，此豆苟純粹，則即能保持其純粹。今從多量之豆，取其一握，更擇其一而栽培之，即足以分離得純粹之系統。但非自

家受精之植物或動物，則皆爲營混雜生殖之個體，所謂純粹之個體，不可得見，僅有非常混淆之雜種之雜種，此等個體中，種種種族之性質，皆集於一身。故自遺傳特質之觀點察之，欲發見完全同一之一對個體，絕非容易之事。因此欲分離一純粹之種族，則一度之選擇，不得謂之充分，須數代繼續淘汰，順次分離其各種性質，如此進行，終可得意之純粹種族。試舉一例，即能明白理解此點。世間馳名之德國守羊之犬等，即所謂品種之一者，然無論何犬與其他之犬，關於其尾、耳、頭形、足等各點，幾無不同者，事實此品種之中，雜有種種之種族，故——理由後詳——一胎之子，屢屢互相不同。今若數代繼續加以注意之淘汰，則各種種族，得完全分離，此等種族，各有一定之投入嗜好之性質上之差異，而此形質上之差異，皆能遺傳而存續者也。但無論何時，其種族素所未具之性質，不能由淘汰而使之新生。例如守羊之犬，不能使之生如尨犬之毛。故飼養可使既存之性質分離，施行淘汰，不能獲得新性質之個體也。

今乃復歸於人類。頭腦中可想像如次之實驗。非洲黑人之種族甚多，門外漢除身長之差別外，不能加以區別。中等身長之種族外，有非常長身之「珍卡」族及身材矮小之矮人，若此等黑人皆

雜居一處，而探求身長最低之黑人，則必可求得矮人不誤，此矮人之子子孫孫，將繼續其爲矮人。上述三種族之外，使身長中等，其他諸點亦有特徵之種族，與之同居於一處，互結婚姻之關係，則其結果，將發生惟身長之程度不同，其他皆一樣之黑人人口。今就此人口，取身長之統計，可得與豆例同一之變異曲線。此人口之中，一一家族加以調查，可知有兩親與子女皆大形者，亦有兩親大形，而子女矮小者，及其他種種。是卽種種遺傳型之混合，雜種之人口，此等遺傳型，皆服從後章說明之法則，爲種種不同之結合與分離者也。欲從此等人口中，製造身長甚高之人種，則僅須數代繼續選擇長度最大者，關於身長之點可分離純粹「珍卡」人之血統。但成功之後，欲得身長更大之黑人，已不可能，淘沙至此，已技窮矣。又此人口中所未有之性質，亦不能製造。

今將吾人所學得之事實，擇要重述一過。一生物外觀上所表現之性質，不能指示此生物之遺傳上之性質。外觀上形似相同之性質，或爲在遺傳上完全不同素質之結果。中等身長之人，屬於遺傳上中等者固有之，然或屬於遺傳上之大種，但因境遇不佳，不能爲充分之生長者，亦有之，或屬於遺傳上之小型者，因境遇良好，結果過分生長之事，容亦有之。其人之實狀，須調查其子孫，始得明瞭。

外觀的性質，實爲遺傳素質與外界境遇合力之結果也。負有同一之遺傳素質者（即屬於純粹之品種或系統者），其特質因外界之作用，可以變化，但此變化，不能遺傳於子孫。此種變化，與產生此種變化之外界原因，共歸於盡。是故純粹系統所具有之遺傳性質，雖將屬於此系統而曾受變化者，選擇而繁殖之，亦不變更。有時選擇之結果，似有發生變化者，但此當初必非純粹之系統，乃遺傳型不同之混合物也。不過此種混合，苟不探討其遺傳，則外表上無混合之狀，故皆以爲同一之品種。自此混合物中，可以選擇法（自家受精之生物則一次已足，反之他家受精者，則雖繼續數代選擇數回）而使其中所含之遺傳型分離。如此已行分離者，則雖反覆繼續其淘汰，然遺傳型已無改變之餘地。以上所述之事，其意義如何重大，當再加申說。

欲使思維之路徑不至中絕，一向對於微細之點，不敢深入，惟沿康莊大道而直下。今擬對於一般興味濃厚之二三問題，稍加敘述。讀者之中，必有一二，當吾陳述與生物以良好之養分，使之發生良好影響，但此影響不能傳與子孫時，發生奇異之感，亦未可知。此陳述果能普遍適用乎？一生物在

其一生涯中所經驗者，自境遇所得之結果，一切皆不能遺傳於子孫乎？至此始到達與普通所信者全然相矛盾之點。爲萬物靈長之人類，經多代之長期，生存於茲世，所遭遇之逆境與順境，果無絲毫影響及於子孫乎？

人類之事，暫置不談，關於上述問題，先爲一般之考察。何則，此處所論者爲對於一切生物人類均能適用之法則，而人類之場合，有特殊之點存，故不得不與其他生物分別議論，此等特殊場合，殊不多，今遇其一故也。先就普通之例言之。多數之人，恐均聽過此種故事。一貓因故折其尾，翌年乃產一無尾之小貓，而實際述此故事之人曾親見此動物云。此等故事，率爲杜撰者，但偶然實際亦有其事。其理由如次。歐洲有孟克斯島 (Manx) 者，盛產一品種之貓——故有孟克斯貓之稱——此貓極東所產更富，其遺傳之性質爲短尾。若折尾之貓，產生孟克斯貓時（而此幼貓之父親，通常不明）則必以爲折尾之遺傳，而馳名。元來尾之折斷或切斷，遺傳於子孫，爲不應有之事，其理由至後章學習關於受精之事實，即能了解。學者等飼養多代之鼠，出生後即斷其尾，出生後即斷其毛，然經如此處置，對於鼠之子孫，並不能認爲有何等影響。犬之品種中，有繼續切去其尾或耳經數百年之久者，

但未見有短耳短尾之發生。是故苟聞兵士之子，產時有與父親同樣之傷痕等之傳說，可知此苟非杜撰之謠言，則必偶然此處有一痣，被誇張爲傷，大體可如是主張。

雖然，此外尙有荒唐之程度較此稍遜之事。移置一植物於氣候不同之處，則生變化。例如生長及開花之期，皆與前異。今如將此植物或其子孫，復歸於原地，則襲至現在爲止所表現之種種變化，立即消失，絕不再表現乎？即使該植物在移植之地，經數代之久，亦如是乎？曰等此變化，確不再現，祇須手續不誤，可以實驗證明。使用蕃殖迅速，容易繼續至數百代——卽世代較人類之全歷史爲多——之適宜生物爲材料，行大規模之實驗，其結果完全如右所述。但關於人類，亦有類似前例之場合，屢爲人所稱引。某一人種，介在於他人種間時，其身體之特質，漸漸與他人種近似。此爲事實，不能否認。然其說明，與前不同。所謂近似者，無論將兩人種如何嚴重隔離，然不絕行正當及不正當之結婚，蓋由於兩人種交混交而成者也。

以上所述之現象，稱曰「獲得形質之遺傳 (inheritance of acquired characters)」，苟不注意除去其錯誤之原因，則表面似遺傳者，往往誤認爲真實。如舉一例，前所述之血液不凝固症之

家譜，卽其一也。吾人已知個人個人之遺傳特質，實際不必出現於其人，而能傳諸其子孫，此種遺傳，可簡單說明之，此將詳述於後章。總之現在未出現之遺傳特質，當其再出現於其子孫時，與此全無關係之事，亦有偶然同時發生之可能，而此兩者之間，被人認爲有何等關係之事，恐甚多也。例如沒有一血液不凝症病者，結婚之後，未幾因出血而死。其人死後，生有一女。如前所述，此女雖健康，但其所生男子之半數，皆有此病素質之遺傳。此女長大時，恐不知其父爲血液不凝症之病者，又血族之事，恐不甚明瞭，故夢想不到其家屬之中，有此症之病者。設此女結婚，於無意中受重傷而出血。其後產一男，爲血液不凝症之病者。於是其叔母從姊妹等，必以爲妊娠中之出血，已遺傳於其子矣。多數讀者必以上例爲煩瑣，然世上所流布之獲得形質，「確實」遺傳之實例，與此無絲毫之差異。故吾人對於此種故事，素抱懷疑，注重嚴格施行實驗，豈非有理者乎。

同時科學上之研究，其根本亦有欠嚴正，此亦不可忽視。假定以下之實驗，曾經報告。有黑與黃相間之斑紋之蠑螈(salamander)於此，自其幼時，置於黃色之容器內飼養，則其黃斑非常擴大，終至僅其直向有黑條，此外則全爲黃色之蠑螈，而其所產子孫，全與此同色。此事究爲事實與否，雖完

全不明，姑假定其爲事實，此實驗實缺少極重要之比較。此實驗所用最初之動物，究如何遺傳，未經詳細檢查故也。因天然有黃色品種之蝶蠟之生存，大概實驗用之動物中，雖有黃色品種之血統而其遺傳形質，未露出於外之故，亦未可故對於此類實驗報告，不得不懷疑。如此則一切錯誤之根本可以除去。

再有舉一例證明獲得形質之遺傳，有發生之可能者，其事實如次。有所謂「疣豚」者，其利用其前肢之關節，而爲滑走之習性，而此關節之皮膚，有疣多而硬。此皮膚之變形，在胎兒時代，已有認識，並非生後因其習性而始發生者。吾人或駕小舟或耕於田，皮膚受過分之磨擦，則其局部往往發生堅硬之胼胝，此爲經驗上所素知者也。於是說明「疣豚」時，即謂現今「疣豚」之祖先，有滑走之習性，因此前肢關節之處，發生胼胝，而遺傳於子孫云。此真言之成理，然究何人曾目睹此事實乎？何人能舉出證據，證明並非胼胝先行發生而後滑走乎？要之此種所謂證明也者，不過因對種種形質，曾爲注意周到之實驗，而未收預期之效果時一種堂皇之遁辭而已。

古時行一實驗，必自此引出多數之結論，實則欲達目的，應完全出別途。今日猶有相似之事。現

今雖門外漢亦知應用於疾病治療之血清及預防疾病之淋巴液等事。此等現象之根本原理如下。先將從他動物之組織中抽出之液注射於某一動物如鷄之血管內，則鷄之血液之中，遂形成破壞此外來物質之物質。形成對於某特定組織有作用之破壞物質。例如以碾碎眼之水晶體，使成爲粥狀之物而注射於兔之血液中，則血液中發生有抵抗而破壞水晶體之物質。實際上有發表如下之實驗者。碾碎兔之水晶體而注射於鷄，使鷄之血液中生成就破壞水晶體之物質。於是取此鷄之血而注射之於兔，使此破壞水晶體之物質，導入於兔之體內。恰如接種痘之病原體於牛，使生反痘物質，次則自牛採取此種物質行人體之種痘相同。兔在此注射之際，若產子女，則其子女之水晶體，決不完全。是蓋循環於母體中之水晶體破壞物質，作用於胎兒之水晶體故也。此兔之子女成長後，又將產生子女，斯時雖未經注射，然所產之子女，又爲水晶體之不完備者。是卽爲水晶體不全之遺傳。但事實尙不止於此。前述之水晶體之障害，苟僅由於母親遺傳於子孫，則可謂非真正之遺傳，殆由於母體中所含破壞物質之直接作用，然事實眼水晶體之不完全，亦能由父親卽由精子而傳於子孫。故此似乎爲真正獲得形質遺傳之一例。

實際此亦外觀上之現象，尙未得證明者也。第一此等實驗，是否每試皆得同一之結果，未能斷定，如前所述血液不凝症之例，偶然之突發事，有無混在其中，亦未分明。願闡明此數點，則不可不經慎重之考察。高等動物之眼與其所屬之水晶體，雖未見有何等惡影響之作用，亦容易受害，此爲著名之事實而久爲世人所知者也。例如以種種藥品或極端之溫度處理魚卵，則自此卵孵化而生之魚，其眼容易呈種種之障害。或水晶體不備，或發生具有一個以上水晶體之眼，或兩眼癒合而爲一，或兩眼皆缺。發生此等現象之根本原理如此。眼也者，在其發生之初期，經非常複雜之徑路而成者也，此際進行之手續，須一絲不亂，眼始得造成。製造眼之手續之一部分，或形成眼之預備手續，一旦苟發生障害，則全體之手續，卽生複雜之動搖，遂不能造成美滿之眼矣。然而前述之實驗，並非對於兔之胎兒施行者，乃施之於母體，故上述之說明，似不能適用，但有相似之例。苟飲兒以松節油，*terpentine* 其所產子女之眼，往往不完全，與吾人所批評之對於兒之實驗，完全相似。由此觀之，可知眼之發達之障害，非由於特殊的原因，乃由於一般的性質之原因如胎兒全體之中毒等而發生者也。元來，可作爲獲得形質之例者，某特定之形質，由外界之作用而發生，而此形質乃遺傳於子孫者。

故前述之兔之實驗中，苟對於水晶體之特殊毒物質，向水晶體作用，而此作用竟遺傳於子孫，則此實驗始可作為獲得形質遺傳之證明。然而引起障害之物質，並非對於水晶體有毒之物質，乃對於胎兒全體有毒之物質，不過此物質之中毒作用，在對於毒物容易發生反應之水晶體中明白發見而已，故此實驗，不成其為證明獲得形質之遺傳，毫未證明。吾人至後章，學習關於遺傳之本質時，即可知吾人所有之遺傳上知識，皆否定此等現象發生之可能者也。

前文述及胎兒中毒一項，故擬於此再申述一二。遺傳一語，屢被誤用，此為世人所周知者也。例如俗每稱梅毒為遺傳之病，斯言實誤。梅毒之病原體黴毒菌 (spirochaeta) 乃自母體，傳至胎兒，故胎兒有傳染梅毒之可能。但苟此發育為胎兒之基本之卵子，能自母體取出，使之發育，則胎兒當然不染梅毒。然而亦有母體內之卵中，已有病原體之存在者，不過人類無此現象耳。世間周知之蠶之微粒子病，即其例也。然此亦不得稱曰遺傳。不過病菌傳染及卵而已。尚有一事，即肺病之遺傳是也。此際真正遺傳者，乃對於結核菌之侵入，抵抗力薄弱之性質，即在常人毫未受害之程度之侵入，

已行屈服之性質是也。

與以所述諸例完全不同者卽所謂胚質中毒，此介於遺傳與非遺傳之中間的性質。今如常飲試驗動物以酒精，或使之吸收酒精之蒸氣，則兩親攝取酒精之害，明瞭出現於其子孫。此際中毒狀態之出現，不但因母體攝取酒精，直接可從其胎兒認識之，卽攝取酒精之父親，亦有同稱之影響，及於胎兒。故酒精能使生殖細胞，直接中毒，酒精者，胎兒之毒物也。此等中毒，可繼續至數代之久，蓋身體全體，經生殖細胞之傳導，皆成中毒故也。以酒徒爲父親之子，體重常輕，此雖爲古時之俗說，然非毫無根據之說。然則此係遺傳乎？尙有與此大同小異之例，其是否遺傳，其影響是否中毒，皆不能卽答，但其代代相傳，與前例酷似，今試舉其一例。某種蝶在其蛹（pupa）時代之地色苟爲某色，則其所產之蛹，亦必同色。例如地爲灰色，則蛹亦灰色，地如茶色，蛹亦茶色。今如由此情形而發生綠色之蛹，自此蛹飛出之蝶產卵而孵化爲次代之蛹時，苟易其地爲非綠色，則最初其蛹中雜有定數之綠色蛹，再至次代，則綠色之蛹之比更減少。如此繼續數代，則綠色蛹漸減，遂至於全無。是卽綠色地色之影響，多少能傳之子孫，而漸歸消滅。此亦略似遺傳。若欲求此現象之說明，則不得不作如是解。蛹

受綠色之外界的影響，在其體內發生能使蛹之皮膚染成綠色之物質，此物質或其母體之無物質深入卵中，此卵孵化成蛹時能使之變為綠色。在此實驗中，綠色之外界的影響，已不復行其作用，故一旦發生之性質或物質，因經歷數代，分散於多數之卵中，終至於消滅，因此綠色之蛹，遂不復見。

此說明與攝取酒料之實驗，甚為相似。酒精之攝取，其所生毒物，亦入卵子或精子之中，此毒物必傳於從未攝取酒精之子孫。故擴張毒物之概念，使與自體不同之不意中侵入之物質，包含於其內，則此二例成為完全相同之現象。然則何以二者何非遺傳？此為似是而非之遺傳，即可了解。遺傳之基礎物質，皆為既成之物質，次代所有之遺傳物質，常為前代所有者。因外界之作用而發生之物質，歷二三代之久而用罄，即可再行製造，此際決不能以他物代用。吾人已屢言外界之影響，不能遺傳矣，前所述諸例中，例如良好養分對於豆之大度之影響，試一回想，則可知此與上例之間，相去不過一步之隔耳。假定與植物以良好養分，植物體內有一莫明其妙之物質發生，試想像此物質周遊體內，遂入卵細胞之內，則此後之經過，豈非與蝶之實驗，同出一轍乎？雖然此研究並未經實行，不過為表示外界狀況，對於生殖細胞不能為遺傳的影響，非真實之遺傳計，想像所得而已。吾人之議論，

已達山窮水盡之境，欲較此更進一步，則非向遺傳之本質突進不可。凡一切問題，相互皆有密切之關係，苟非關於其他一切之事項，皆有多少之知識，則雖欲論其一，亦為不可能之事。事已至此，不得不述及遺傳上最重要之生殖細胞之問題。因今已到達詳論此問題之時期矣。

今已到達一為人類所特有之不可多見之例。人類以外一切生物，僅能由其身體，將其遺傳物質傳之子孫，此外獲得形質之遺傳，為不可能之事，故作用於個個生物之外界狀況，不能影響及於其子孫。然而身體所不能者，精神能成就之。較之人類以外之生物，其發達不可同日而語之人類腦力，使人類取得獲得形質不能遺傳之代價。言語、文學、印刷等，即人類所必需之器械也。以伶俐著名之馬名曰亨斯(Hans)者，縱使實際於高等數學之外，能學種種之學問，然此馬之子孫，非再從初步開始學習不可，關於此點，絲毫未沾祖先之恩惠。然而人類有幸能積蓄其所有之經驗，傳之次代，而此次代，又增加其寶藏，而傳之其次代。如此遺傳實質雖未嘗少變，然巨大之經驗之寶藏，漸次積蓄，遂成文化未曾有之發達。是誠承繼祖先相受讓之物，然非生物學上自身體而遺傳之物，乃精神上之

相續，若欲以他語表示之，則可謂之「傳承」。故在一方，生物學者告吾人以煞風景之事，曰人類所思維及努力之結果，不能遺傳於子孫，子孫所立之地位，絕無自始即較高於其先祖者，然他方又直接或間接詔以人類資以向上之一切決不歸於烏有，雖不遺傳，然能傳承之事實，以慰世人。

第二章 生殖細胞與受精

今日無論何人，皆知生物之身體，爲細胞 (cells) 所構成，且知各細胞因分工之結果，雖有種種不同之點，然要之同爲細胞之一點，皆相同也。卽皮膚爲皮膚細胞所構成，其作用與構造，在於形成堅固職司保護之被覆物。腺 (glands) 由腺細胞所成，有分泌液體之功能。筋肉 (muscles) 爲筋肉細胞所構成，爲長度甚長之物體，故有伸長及收縮之作用。又神經 (nerves) 爲神經細胞所組成，感覺器 (sense organ) 由感覺細胞所成。此等細胞，其形態，外觀，作用等無論如何不同，但有一點完全相同。卽此爲流動性黏液狀之細胞本體卽原形質 (protoplasm) 註①及存在於其中之囊狀之細胞核 (nucleus) 等所謂細胞之二主要部分所構成者是也。今追溯構成身體之此等細胞之由

註① 譯者按此處所謂原形質者蓋指細胞質 (cytoplasm) 而言此二語在德國往往有作爲同意語者，但通常原形

質一語系包括細胞質與細胞核及其他細胞之生活部分。

來，即追溯生物之發育以至於卵，愈近於發育之初期，則一切細胞，愈互相似，終到達一切細胞，同具有球形或立方形之原形質塊與在其中心一個之核之時期。若計算在此發育初期之細胞數，則可知較既成之生物體中所有之細胞，為數甚稀。其次與前相反，追究自次發育初期以至成立身體之間各細胞之變化狀態，即可知變化之途徑不外有二。第一，每個細胞，各各二分，增加細胞之數，此過程不絕反覆進行。其二，個個細胞自其簡單之球形，一變而為具有種種形態及構造相異之細胞，實行內部之變化。

再自一切細胞相等之時期追溯從前，則細胞之數更減，終至僅有六十四個，再次而三十二，而十六，八，四，二個，最後僅有一個細胞。此惟一之細胞為卵 (egg) 即卵細胞 (egg cell)，自此二分，再二分，反覆進行，遂作成生物全體，若在高等動物，則為具有數千億細胞之個體。是故發育之最初發端即卵細胞中，不可不含有將來此生物所應備之能力及特質，蓋甚明矣。在母親胎內發育之動物，其發育之際，多少或完全受自母親所得之印象，此可想像，亦未可知。實則不然。多數之動物，與母體全無關係，其卵細胞自母體遊離，大都在水中發育。故卵細胞自母體脫出時——產卵——卵細胞

之中，卽具有完全生成將來生物體之能力。共存於水中之魚蝦蟲等之卵，使之發育，不但各成爲魚、蝦及蟲，且所生成之魚之種類、蝦之種類、蟲之種類，皆莫不一定，而各種又各具有其品種所特有之一切特質。是實不外遺傳，故爲遺傳之出發點及遺傳之一切神祕所潛在之微小容器者卵細胞也。在詳述此事之前，不可不先就細胞二分而增殖之狀態，略述其要點。

細胞二分時——以下所述者，動植物及人類之任何細胞皆同稱適用——球形之核，成爲極有興味之物。因核在此際，其行動甚爲顯著，其行動蓋可表示核爲極重要之器官。核在靜止時，爲充滿液體之囊狀體，其狀態大體與充滿液體之皮球相似。此液體之中，浮有柔軟網狀之物體，而網目之處有多數微細之顆粒，散布於其上。此種顆粒，由有特殊性質之物質所構成。研究此等非常微細之顯微鏡的物體——細胞核之大度，通常不過一耗之千分之幾——不可不用特別方法。今所述之顆粒，新鮮之時，頗爲透明，故以顯微鏡檢視，幾不能見此等微細之物。故使用試藥，在可能範圍之內，保持自然狀態而殺之，又以染料染之，則所染之物體，較前易於認識。而此染料之中，能染細胞內

極殊特之部分，其他部分，則完全不染。例如某種染料，能使前述之顆粒染色甚深。故本希臘語 *chromos* 卽色字，命今所述易於染色之顆粒之名曰染色質 (*chromatin*)。此染色質者，真細胞分裂上最能引起吾人興味之物也。細胞分裂一行開始，核內染色質之顆粒，集中於前述網之幾個結節上，作成不規則之塊。構成此塊之各顆粒，互相融合，各成極易染色之物體，其形亦漸齊整。此物體之形，以長棒狀及灣曲爲馬蹄形者爲最普通，然球形及爲短棒狀者，亦發見於種種細胞之種類。此棒狀體在本篇有大大的詳述之必要，蓋遺傳之多數現象之關鍵，皆存於此故也。由希臘語 *chromos* ——色與 *soma* ——體二字名之曰 *chromosome* 卽染色體。若精細研究核中之染色體，卽可發見次述之重要事實。染色體之數，在某一植物或動物之一切細胞中皆同一。人體所有之細胞，在分裂之始，有四十八個染色體之出現，某種蝶之各細胞中，必有六十二個，某種百合之一切細胞，各有二十四個。故染色體之數，對於各動物或各植物之種，爲典型的特有之性質，正與生物體其他各種性質相同。然而若以高然生物之染色體數，恐較下等生物爲多，則不可。此種關係，不能成立。蓋種類全異之多數動物與植物中，同有二十四個染色體者有之，有四個或六個者亦有之。又四、八、十

二、十四、十六、二十二、二十四、三十六、四十八等數甚簡單之個體特多，亦非事實。至今已知之最少數之染色體數，爲在蛔蟲發見者，僅有二個，最多數者（較百更多）爲小形之甲殼類（Crustacea）。染色體數，常爲偶數。某一種所屬之一切個體，其染色體數皆同，同一個體之一切細胞，其染色體數亦同。關於此重要之事實，當再詳述於後。

今再回歸細胞分裂而一察第八圖所繪之種種分裂相。染色體一行形成，核之其他部分，完全溶解，與細胞質互相混淆。當此之時細胞質亦與核同樣，開始準備分裂。核之近傍，有一微細之物體，此物一分爲二，此二分之物名曰中心體（centrosome），此物使細胞質之一部，如太陽之光線，作放射狀之排列。此二個之中心體與其太陽狀之放射物，互相反撥，愈離愈遠，達細胞之兩端即兩極。各中心體之周圍與太陽狀之放射線相似之細胞質之排置，漸形擴大，遂致貫通細胞全體，染色體遊離於細胞內之時，細胞全體，全爲放射物所貫通。如此兩方之太陽，恰在其放射線相衝突之處結合。因此兩中心體之間，發生絲狀之橋。此橋往往作紡錘形，故曰細胞分裂紡錘（cell division spindle）。其兩端即紡錘之兩極，中心體在焉。

第二章 生殖細胞與受精

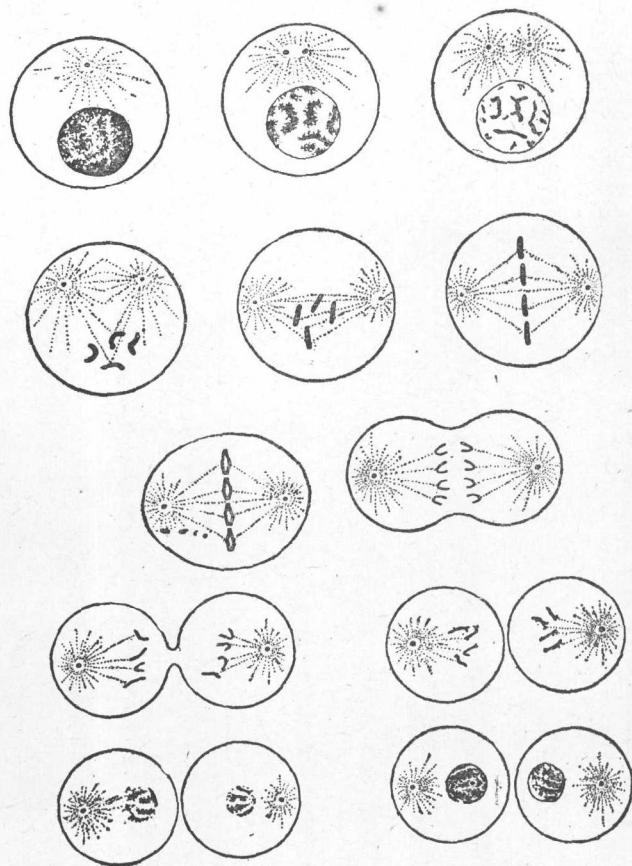


圖 八 第

再言染色體。紡錘完成時，染色體乃作環狀整列於球形細胞之赤道面 (equatorial plane)。故自細胞之一極，向赤道面觀察，可見全體之染色體，整列於一平面之上。於事發生一重大之有興味之現象。各個棒狀之染色體，完全縱裂為二個相等之棒狀體。吾人名之曰染色體之縱裂 (longitudinal splitting of Chromosomes)。恰如一柄之杖，以利刃切為二個相等之杖之半分。與染色體之縱裂同時，自細胞之極向赤道之紡錘系，與染色體之各半相聯結，恰如伸長之橡皮絲自行短縮之狀，紡錘絲自行收縮，同時各將染色體之半分，向極牽引。故此時自極觀之，各極之近傍，各有一因母染色體之分裂而發生之兒染色體之集團，與中心體實易區別。兒染色體之數，恰與母染色體相等，自不待言，任意所繪之第八圖中，各有四個。

兒染色體到達兩極時，細胞之赤道附近，發生環狀之深溝，向內凹入。此溝逐漸深入，終將細胞分為二個半球體。即自一細胞變為二個。但各細胞之內部，開始與今所述者成正反對之倒退的過程。中心體再消滅，狀如太陽之放射線之細胞質之排列，變為靜止細胞之普通狀態。染色體之周圍，集有透明之液體，即液體隨即與外部間隔，成明顯之核囊 (兒核之囊)。此囊中再發見柔軟之細

網。染色體復分離爲染色質之顆粒，散布於網目之間，如此復歸於吾人在此敘述發端之狀態。所不同者，一細胞已變爲二細胞耳。由此而往，吾人可想像各個細胞攝取營養，生長至母細胞之大度，在核中染色質之顆粒，增加其量與元來之質量相等時，此二細胞當各從新分裂也。

以上之事實，細加考慮，則一事特堪注目。吾人所謂染色質之物質者，乃非常重大之意義者也。何則，如此非常複雜之細胞分裂之順序，試考慮其全體，則可知不外於使核之染色質。可能的精確二分之複雜的手續而已。茲有大小不同材料各異之球，例如木球、金球、象牙之球，藏於囊中，而欲將此囊之內容，正確分爲二半。此時除將各球分爲二半，分置兩方而外，決無其他較精確之方法。此時最好將數個之球繫成一串，而將此形似珍珠之鎖，一次正確縱斷之，則餘事甚易。如比染色質之顆粒於球，而比染色體於真珠之鎖，下述諸事，甚覺真確：（一）染色質之顆粒與染色體，爲細胞內非常重要之物質，此非極精確分配於各細胞不可；（二）各個之染色質之顆粒，相互間必有若干之差異，因此對於各新細胞，不可不正確分配，使各含有各個染色質顆粒之半；（三）各個染色體中之顆粒，

猶如真珠之鎖，順次並立，染色體縱裂時，各顆粒亦分裂。由此等考慮，古時已達到染色質之顆粒及染色體與遺傳必有何等關係之結論。蓋對於遺傳形質之傳達必要之重要物質，一種以上，難以想像故也。但此結論之正確，至今可視為已得證明，然其間已費數十年無限之苦辛矣。故先且檢視以下之事實。

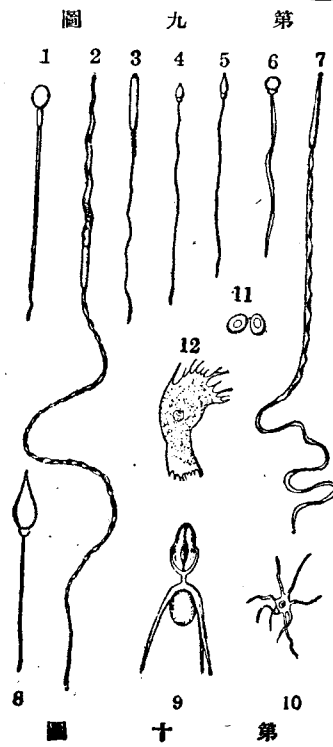
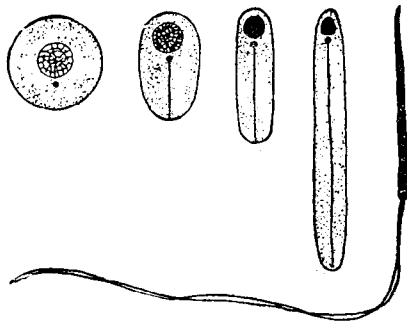
吾人在本章之發端，自卵——嚴格的言之，自卵細胞開始敘述，生物不論動物不論植物不論人類，皆由此卵細胞發育而成者也。吾人現在除無留意之必要之例外，應思生物之生殖，必需父母。母產卵細胞，父產精子(sperm)，而此精子使卵細胞受精(fertilization)。雖然，欲更精確言之，則將如何敘述乎。請先述卵細胞。一提及卵，則吾人雖不必想及鴉鳥之大卵，然普通亦必以為與鷄卵不相上下者，而細胞者一般皆為顯微鏡的微細之物體。故卵細胞之一語，殊屬不易了解。此不過一稍感想而已，事實一切植物之卵細胞及大多數之動物與人類之卵細胞，皆為顯微鏡的微小之細胞。然而尚有若干動物，例如蜥蜴(lizards)蛇、鳥等其重要之核，雖亦為顯微鏡的小體，然卵細胞

之內貯有養分以供將未發育之生物，其結果卵細胞非常膨大。此等膨大之細胞——在鷄卵即爲卵黃——尙爲其他養分即卵白所包圍，然後被以硬殼，則即可生成如鷄卵之卵。然而此在大體上尙爲一個之細胞也。

再取鷄之雄性生殖細胞即精子細胞相比較，則如精子細胞與卵其外觀上之差異，若是其甚者，恐不多見。何則，此精子細胞也者，乃微小纖細無匹之絲樣之物體，略似騎兵之長鞭，以鞭毛撥水向前方游泳。然此精子細胞之爲細胞，與卵細胞無異，此自雄性之生殖腺 (genital gland) 即精巢 (testis) 內之精子細胞之發生觀之，即可分明。

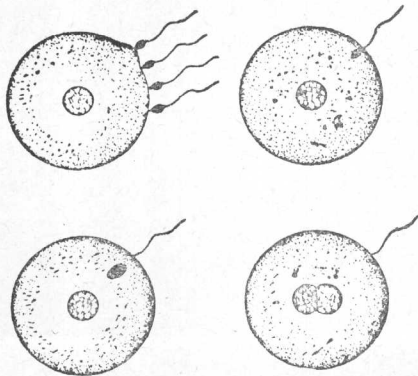
在精巢內之幼小精子細胞與在卵巢 (ovary) 內之幼小之卵細胞，幾不能區別。實際由實驗而使幼小之卵細胞，變爲精子細胞，而使幼小之精子細胞，變爲卵細胞，亦已成功。正常之時，幼小之卵細胞生長後成爲卵。此時其細胞質中，滿藏營養物質之卵黃，以供其卵將來之需；至於精子細胞，亦變其形，以適應其目的。精子之任務，即在於搜索卵之所在爲達受精之目的而衝入其中。多數動物之卵，沉靜不動，隱居於體內，靜待授精，故爲精子細胞者，欲完成此任務，則非具有顯著之運動

性不可。多數之動物皆經下述手續之變態，而獲得其運動性（參看第九圖）。精子細胞之核漸成緻密，其結果終至其微細之構造不能辨別。與此同時，彼細胞分裂之時所見核近傍之中心體中，伸出細絲向細胞外突出。於是細胞全體，繼續伸長，未幾，吾人能識別含有核之頭部與狀若長絲之尾部。核亦伸長變成動物種類所特有之棒狀體，此曰精子之頭。細胞質愈延愈長，最後在頭部形成差



堪認識之薄膜，包於核外，頭以下則在前述絲狀部之周圍作其菲薄之被覆物而已。如此遂成形似
 騎兵之長鞭之絲狀物，其頭適與長鞭之柄相當，幾完全為核所形成；其尾部則與長鞭之帶相當，為
 細胞質之絲狀變形物，內部含有極細而較堅牢之絲狀體。次則尾部獲得能為波狀之運動能力，因
 此運動，能在水中或交接器內面之黏膜上游泳而達
 於卵。第十圖為由同一方法所變成而形狀各異之二
 精子及其他精子之形狀。

精子細胞使卵受精而完成其任務後，精子細胞
 之真性質，又成明瞭。多數精子細胞中——動物常產
 生數千萬之多數——若干到達卵傍，其中之一匹，乃
 突入卵中。此一個之精子突入後，卵以不可思議之方
 法，防止此外精子之進入。然精子突入卵中時，僅其頭
 入內，即僅細胞核得入其中，而尾部則遺棄於卵外，遂



第十圖

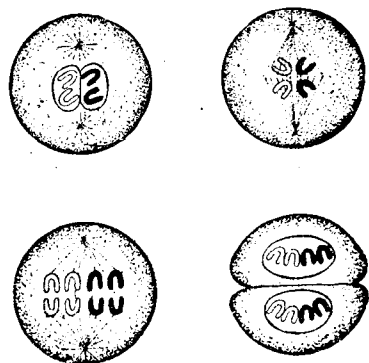
成鳥有（參看第十一圖）此精子之細胞核，爲一種不明之力所吸引，向卵細胞核進行，精子核漸行接近之際，自卵細胞之細胞質，吸取液體，逐漸膨大，其細胞核之構造，又達可以認識之程度。最後達卵核時，精核再變爲與卵核毫無差別有特徵之重重之細胞核。於此受精完畢。受精卵（fertilized egg）之中，元來固有卵中之核與由外進入之精子之核，二個同形之核，互相接着。今卵將開始發育矣。關於卵之發育，當詳於後段。

再回復至染色體。染色體之奇怪之出現，細胞分裂時縱裂爲二半等事，大引吾人之注意，各個生物其身體之各細胞——正確言之，應曰各細胞核——其染色體數，常有一定，例如人類爲四十八個等吾人已知之矣。苟此事爲正確則卵細胞及精子細胞，應皆可適用。今試研究尚未成爲正真之卵及精子以前之卵細胞與精子細胞，則可知一如預想。但受精之際對於已完成之生殖細胞，亦能適用乎？

已受精之卵中，卵細胞與精子細胞之核，各如其舊，共在其內，已如前述。再仔細觀察之，可知此

兩方之核，在受精直後所發生之卵細胞分裂時，各將其染色體分裂。此等核若皆含有其染色體之全部，即如人類，各含有四十八個，則受精後卵中應共含有九十六個，因卵之繼續分裂而生成之新生物體，其全體體細胞 (somatic Cells) 中亦應含有九十六個。然實際新生物體之染色體，不過四十八個。故卵核與精子核在受精之瞬間——若兩方同數——非有其特有真實之染色體數，即正規數之半數不可。例如人類在此時非有二十四個不可。

若問何以致此，則從第十一圖中最後之圖起，通覽以後之插圖，而研究受精之經過，即容易了解矣。今假定吾人研究有四個染色體之動物之受精。自卵細胞與精子細胞之核相互密着之時期更進一步（第十二圖），則已於細胞分裂開始以後，各核之中，皆有染色體之出現。而核中之染色體共有若干？卵核精核，恰各有二個。然此動物細胞之正規染色體數為四，故卵細胞及精子細



第十 二 圖

胞，應各有四個之染色體，但受精之際，忽僅有二個。染色體自四個減至二個，究爲何種特別現象之發生歟。此對於遺傳之理解上，極爲重要之現象，在詳述此現象之前，且追求受精之順序至其極點。

受精卵中之二核內，各形成其染色體，則與細胞分裂同樣，核膜溶解，而同時細胞分裂時所見之放射狀物又成立。此放射體之赤道面，聚有四個染色體，未幾各個染色體，皆縱裂，而染色體之各半，與普通細胞分裂時完全同樣，分向紡錘之兩極，於是細胞完全分裂。如此成立二個各含有四個染色體之細胞，而此二個細胞以完全相同之方法繼續分裂造成新動物體。

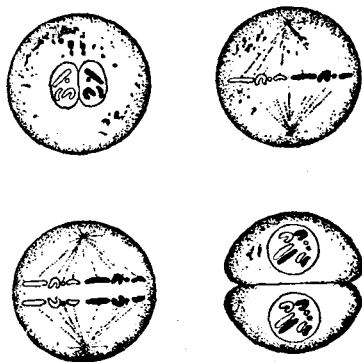
再回歸至在已受精卵細胞之赤道所形成之細胞分裂像。存在於此之四個染色體中，二個爲來自卵核即母方者，其他二個乃來自精子核即父方者。在第十二圖中，前者以白色，後者以黑色表示之。此四個染色體，各分爲二半，所分之各半分，分別分配與二個兒細胞，則當然如插圖所示，二個之兒細胞各有二個母方之染色體（白）與二個父方之染色體（黑）。而此後之細胞分裂，皆如此進行，故發育成體後個個之細胞，皆有二個來自父方之染色體與二個來自母方之染色體。於此苟想及前述之事實，即受精卵之細胞質所受卵細胞之貢獻——精子細胞之細胞質即爲尾部，受

精之際不能入內——則立能覺得，對於未來之生物，受精之際，自父方與母方司等寄與之唯一物質，即染色體而已。即此一點，已足表示染色體之重要，若再述新事實，當更能徹底了解。以上皆假定一細胞內之所有染色體為具有同一外觀者。是雖往往有之，幸而——此在解決遺傳之謎之研究者實為幸事——並不一定如此。在多數之例，（人類亦屬於此）各個染色體之大小形狀皆有典型的差異；大者、中者、小者、馬蹄形者、棒狀者、球形者、雜處於同一細胞之內。而一種生物，其全體細胞中之染色體數，皆有一定，與此同樣，苟有形狀不同之染色體存在，則全體細胞亦皆有其存在，豈非顯著之事乎。

今擬考慮細胞內含有形狀不同之染色體時之動物受精，以正規數八個染色體為例。此時受精卵中之卵核與精核其中應各含有四個之染色體。今假定此四個皆有不同之大小與形狀者。卵細胞與精子核——在受精卵此二者密接——相比較，則可驚異者，兩方所有之四個染色體，其差異之點皆同是也。即卵核與精子核之染色體其形狀大小皆甚相一致。（第十三圖）苟追求此染色體之將來，則如前述，自必相同。蓋將染色體分配於二兒細胞時，各兒細胞皆含有半數來自父

方，半數來自母方之染色體故也。尚有一事，可以注意。各個染色體，互不相同，故共有四種之種類不同之染色體，因此卵核與精子卵，同具完全相同之四種染色體，受精後各細胞中，各種之染色體，各有二個，其一來自父方，其他來自母方。實際苟處理某一生物之細胞，使其染色體得以識認而加以研究，則可知各種之染色體皆有一對，其中之一出於父方，其二出於母方由受精之結果而成

者也。身體之第一細胞中受精之際所存在之染色體，換言之，存在於受精卵中之染色體，必同稱存在於因卵細胞而生成之一切細胞中。何則，染色體當分裂時常行縱裂故新細胞中必有與母細胞中相同之染色體存在故也。今將以上所述，約而言之，自受精發育之生物體之細胞中其染色體之半來自父親，其他之半，來自母親，而各種之染色體父母皆出其半，故各種染色體，皆一一成對，可以區別。



圖三十第

於是吾人可再談卵細胞與精子細胞在其約時不變其染色體數，然當兩方受精之準備完畢時，核中其數乃至半減之重大現象。此為最重要之事實，其充分之說明，實費許多研究者苦心慘澹之努力。然今則一切皆成簡單明瞭之事實，苟將以上所述諸節，細心精讀，則無論何人恐皆能預言此順序應如何經過。事實，各卵細胞及各精子細胞在受精準備完了之前，有必須經過之一時期，插入其生活史中，此時期名曰成熟期（maturation stage）。成熟期之惟一目的，在於染色體數巧妙之半減，此由二次顯著之細胞分裂之助而得者，故稱曰成熟分裂（maturation division）。

成熟分裂者，各生殖細胞——卵細胞及精子細胞——在受精之前所必經過之二次細胞分裂之謂也，染色體數之半減，於此成熟分裂中行之。一細胞繼續行二次之分裂，則其結果應發生四個細胞。卵細胞與精子細胞之成熟分裂與此相當。僅少之差異——外觀上雖為重大之差異，但自本質上言之實為僅少之差異——可見之於卵細胞與精子細胞之間而已。卵細胞常含有多量之黃味，此為將來自此發育之生物體之最初營養分，既述於前矣。苟卵細胞貯積黃味之後，分為四個

則將生成四個各含有四分之一黃味之細胞。此決非適宜之事，故分裂之際，備有發生大小極異之細胞之一種逃路。此際與細胞分裂相伴之放射物，大抵存在於卵之表面，分裂發生時，二個兒細胞中之一幾與卵細胞之全體相當，其他為一極小之細胞。其次如第十四圖所示，卵細胞再經一度與前同樣之分裂，而同時前次所生之小細胞亦分裂為二。如此成立四個細胞，其中三個極小，惟第四個則占領卵細胞之全體。三個極小之細胞至後全歸消滅，而因此二次分裂而成熟之卵，始得有受精之資格。然精子細胞則與次異趣，此細胞中不含絲毫之黃味，常極微小，精子細胞

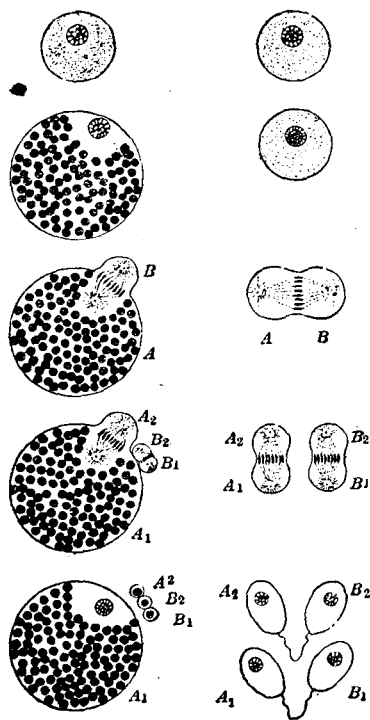


圖 四 十 第

之二次成熟分裂與普通之細胞分裂無異，即生成四個大小相同之細胞。且此四個細胞，皆有同樣之生活力，每個依前述之方法，變形為精子（第十四圖）。

右所述諸點，似為卵細胞與精子細胞之重大差異，事實自遺傳學之立場言之全屬些細之差異，試一研究此成熟分裂之主眼點即染色體之行動，即可了然。蓋卵之成熟與精子之成熟中，發生同樣之變化，此際細胞之大小之差異實無何等意義者也。但有一差異，亦為一微細不足道之事，即由一幼稚之卵細胞成熟而成之四個卵細胞中，三個皆甚微小且終歸消滅，但一個幼稚之精子細胞所生之四個精子細胞，皆為有用之物，成為有受精能力之精子。故言染色體時，單將生殖細胞一般所經之順序表出之，對於卵細胞，對於精子細胞皆能適用。故學得以上之知識後，吾人不得不期待受精時之染色體，不論在卵核內或精核內，皆完全一致。

再考慮第十三圖所繪以八個染色體為正規數之生物例。此例中八個染色體，其大小形狀上，可識別四種之差異，而屬於此四種之染色體中，各有一對完全相同者。故受精之際，可知卵核與精子核中各種染色體，各出其一，加入兒細胞即受精卵中。第十三圖中繪有二個細胞，在身體發育之

發端時，僅此發生，適用於此等細胞者自然對於由此二細之分裂而生成之細胞，皆可適用，即身體之一切細胞，皆能適用，且對於次代將發生之生殖細胞之幼期，亦同樣適用。故幼小之生殖細胞內之染色體，可如第十三圖表示之。即為四種種類不同之八個染色體所形成，而各對之染色體，皆相等，第十五圖之第一列，亦表示此意。

生殖細胞在為成熟分裂之準備時，染色體發生極有特異之變化，其特異之點，在細胞之生活上，此外決鮮其匹。染色體於核中經此等行動之結果（關於此詳細諸點之說明，擬待之專家），常使相等之二個染色體，即染色之各對，互相接近而縱列。自受精之敘述以來，久為諸君所熟知，此一對之染色體中，其一由來於受精卵中之卵細胞之染色體，又其一則來自使之受精之精子細胞之染色體，即由父方而來者，今當成熟分裂之前，來自父方之各染色體與來自母方之各染色體互相並立矣。前圖中卵細胞之染色體以白表示，精子細胞之染色體以黑色表示，第十三圖與第十五圖各表示生物體之發育與生殖細胞之成立，但染色體皆同。

一 生物生殖細胞之成熟，既知之矣。此生物之父之染色體與其母之染色體，即來自父方之染

色體與來自母方之染色體並相並立，則此細胞之第一步成熟分裂之準備已成。行分裂時，作成典型的細胞分裂像，在其赤道，與普通細胞分裂同樣，並立四對之染色體。若在普通之細胞分裂，此等染色體將縱裂為八個，此重要之分裂則不然，各對於染色體，各與其同伴分別，即未分裂之染色體，各向分裂像之兩極前進。此時細胞全體苟照常切斷，即生成二個兒細胞，其中各僅有四個染色體，且各含有各種染色體之一。實際由此第一成熟分裂之結果

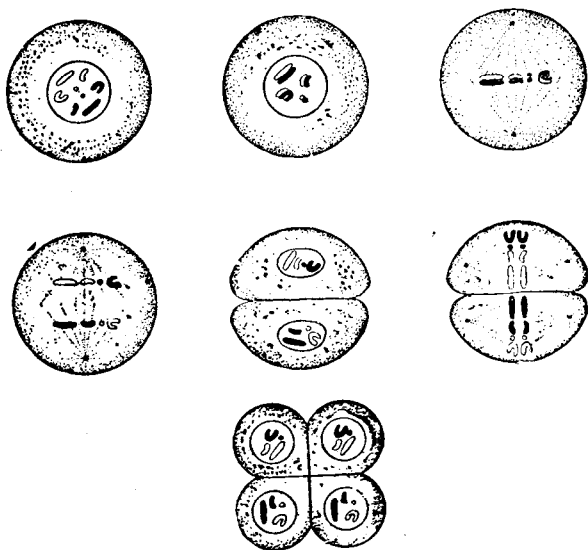


圖 五 十 第

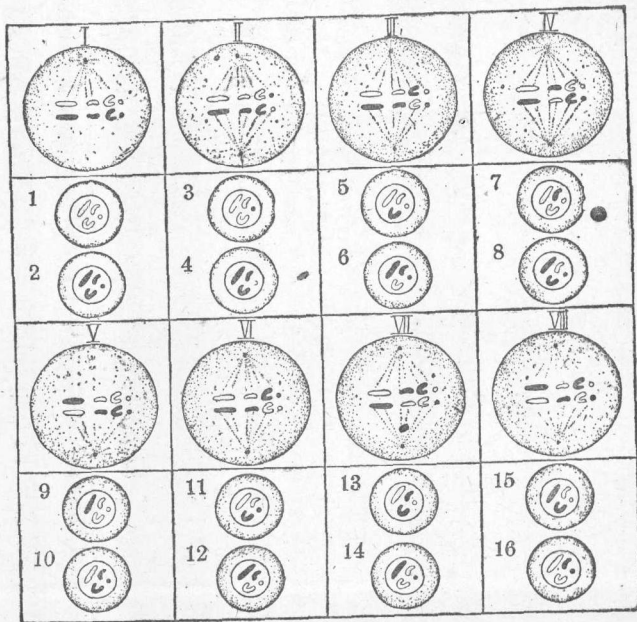
染色體之數，至爲簡單而且巧妙的減爲半數矣。

以上所述，已可謂生殖細胞之成熟順序，業已完了。因染色體之數已減其半，而各種染色體皆含有其一，已達目的故也。然而次之尚有第二次之細胞分裂，而其分裂法則全與普通之細胞分裂同，各染色體皆行縱裂。由此分裂之結果，細胞內染色體之性，毫不發生變化（第十五圖）。然則此第二次分裂究何所爲而發生者乎？其理由恐不外如次。在行第一成熟分裂以前，八個染色體開始縱裂，一如普通細胞分裂之時，然此際並未完全裂開，因特殊之成熟分裂，裂開受其妨害，各對於染色，未及完全裂開，即向兩極進行。此種異常分裂苟得圓滿進行，則染色體祇能將其最初之計畫，延至最後，始舉普通細胞分裂同樣舉行縱裂。是即外觀上不必要之第二次成熟分裂是也。是故在今後之敘述中可略去第二分裂，單討論成熟分裂中半減染色體數之第一分裂足矣。

再略談第一之成熟分裂。生物之染色體中其來自父方者與來自母方者相接近並立，次則分配與二個兒細胞。故因第一分裂而生成之二個兒細胞中，皆含有來自兩方之染色體。此際關於父方母方染色體之分配法，應發生種種差異，此極易想像者也。全體父方之染色體，分入一細胞，全體

母方之染色體，分入他細胞，亦未可知。今以圖說明之（第十六圖），仍使用以前之表示法，則此際凡白色之染色體，皆集於一細胞而黑色之染色體則全體集於另一細胞（同圖1, 2）或則染色體之對當對立於分裂中之細胞之赤道面時，各對中之白與黑或向此方或向彼方，為全屬偶然之事，故依其並立時之位置，分向一方，亦未可知。此亦表示於第十六圖中，各細胞中混入母方或父方之

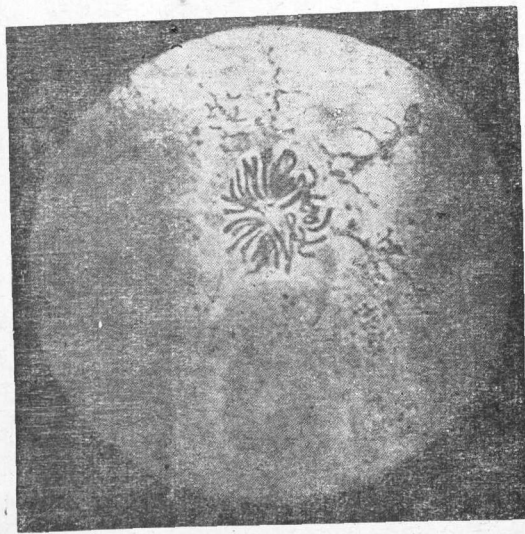
第二章 生殖細胞與受精



第十六圖

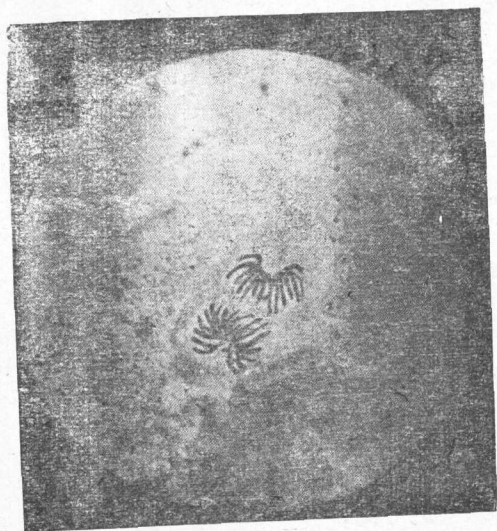
某個染色體，全出於偶然。但無論如何各細胞必含有各種染色體二個中之一個，此則皆相同者也。因純屬偶然，故三個大形白色之染色體與一個小而黑同為一組之事有之，或四個之中最大之染色體為白色，其他皆為黑色，此亦有發生之可能。是故如第十六圖所繪，各種染色體之集合之數，必不較十六種為少，此可計算而得者，但其詳細，容後再述。據異常勞苦之研究之結果，後者與事實相符，即父方與母方之染色體，並非在密接之狀態分配與兒細胞，乃純由偶然之機會，各分入於兒細胞者也。

著者曾於國民大學之講演會中，講演此問題時，聽講者之一人曾發質問曰，「染

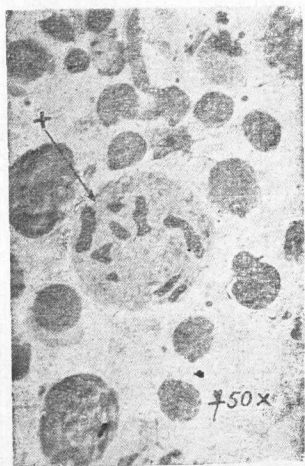


甲 圖 七 十 第

色體之說，誠完美矣，然果有目睹染色體者乎？「關於染色體之此等事項，今已完全明瞭，欲觀之決非難事。實較細菌大至數倍且可染為黑色，與不易染色之細胞質，可判然區別之。是故披露如第十七圖在顯微鏡下所攝之染色體之像片於紙上，或為適要之舉。



第十圖 乙



第十圖 丙



第七十圖 丁

關於染色體之主要沿革，欲充分知悉，則對於以上之敘述中，視為自明之事而置諸不顧之事實亦不得不加以敘述。或述生殖細胞之染色體，或述身體之染色體，或述兩親及子孫之染色體時，皆以此等染色體為同一之物，作為自明之事而假定之。然此究何所謂，擬逐一檢查之。假定有人於此，受精之際，其人自其兩親各得二十四個之染色體，計共四十八個。此等染色體，在母體內卵細胞之第一回分裂時裂開，最初生成之二細胞，兩方同樣各含有四十八個染色體。其後二細胞生長，各達第一次分裂前之大小，又行分裂。如此造成人體而使之生育子孫，中間究經幾十億次分裂，頗難斷言。自第一次之分裂，反覆繼續分裂，經二十年之時間，因分裂之結果而生成之一個卵細胞，到達有受精能力之時期，其染色體仍屬同樣之物，此染色體即母體之卵中所有者，更追溯從前，則即屬於祖母者，更遠屬於祖先者，今含於此人之卵核中矣。

同樣之事，可於精子核中想像之，對於精子細胞自亦適用。故染色體者，歷一切細胞之世代與個人之世代，常爲同一之人物。此事似可驚異，然結局此乃包含於細胞構造之微妙之處，其根本原理與人或蠅常生人或蠅之現象，毫無差異者也。

以上所述——現在敘述中者亦如是——諸事項中，爲興味之中心者，厥爲生殖細胞，其所負之任務，乃在於生物生殖之際產生新個體而已。故其微細之細胞體中，必深藏遺傳之神祕。今且考慮生殖細胞與普通之體細胞之關係。身體發育之際，皮膚細胞，神經細胞及肌肉細胞等各分裂若干次。而大抵之細胞，雖至生物之晚年，尙保有及分裂能力，但如神經細胞等，則在相當之早時期，已停止其分裂，不再變化，到達其終局的形態。然任何細胞，早晚必至於老衰，失去其對於身體之作用而漸次死滅。生物體亦隨之變化。生殖細胞則如何？未受精之卵細胞與未參加受精之精子細胞，皆不旋踵而死。惟受精之卵細胞則發育爲新生物體如此使一世代與其次代，爲實質之聯絡。故其他一切細胞，遲早必至於死，惟生殖細胞則由新個體之產生，能延長其壽命，反較其所屬個體爲久。雖然若曰僅生殖細胞有此能力，則不免言之過度。在特別狀況之下，體細胞亦能爲同樣之行爲。其在

植物界，則早已衆人周知，可由名曰插木 (cutting) 之自植物體分離之細胞集團作成與元來同

稱之植物體，數千年來，置生殖細胞於不顧，僅恃此法而蕃殖至今之植物，其

數甚多。在動物界此例雖不多，然亦有同樣之事實。海綿 (porifera) 水螅型

腔腸動物 (polypoid coelentera) 蠕形動物 (vermes) 海鞘 (ascidia) 等

下等動物，雖將其身體切成斷片，仍能自其小片造成與元來相同之身體。至

於此實驗可反覆至若干次，此法能產生若干代之個體，此則不明。然任何實

驗皆證明在一定範圍之內，身體細胞與生殖細胞有同等之能力者也。

除去此等特殊之例外，則大體上身體細胞與生殖細胞間所存之正反

對點，可斷言如次。曰身體細胞將死滅，生殖細胞則不死。所謂不死者，乃指體

物質依然不死，不絕繼續分裂，遂產新生物體，此生物體中，大部細胞即身體

細胞並非不死，遲早皆死，但其新生之生殖細胞，則依舊傳之子孫是也。故可

以直線或赤線聯結各代之生殖細胞，以對於終歸死滅之身體細胞，則可以

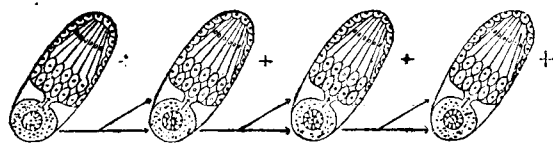
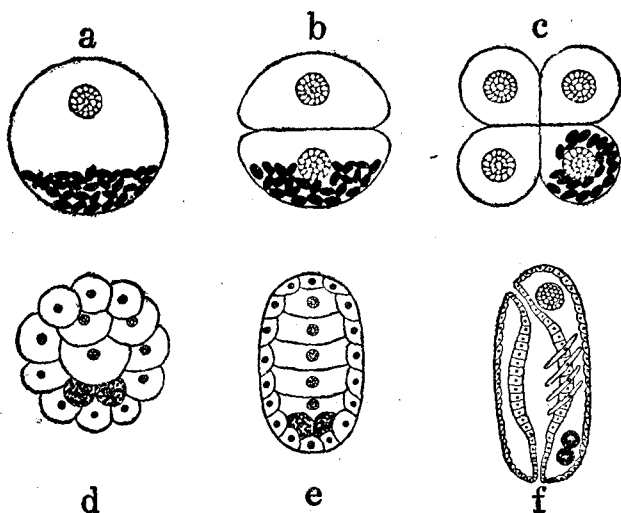


圖 八 十 第

自此主線突出有終點之橫線表示之。第十八圖，卽表示此區別之圖也。生物體以微小之體細胞塊表示之，其下方繪有卵細胞（精子細胞及由此受精等爲免去圖之複雜計，特除去之。）身體雖死，然直線自卵細胞延至次代，而次代之卵細胞，又反覆演此承繼，此際所新生之身體，又歸死滅。如此代代相傳。

其最著者，動物界常有與此圖所繪同樣之事發生。今試檢查一動物之發生，一事可以明知，卽卵不絕繼續分裂之結果，生成多數同種類之細胞，其中之一部分，變爲某種之體細胞，其他之一部分，則變爲生殖細胞。然單就生殖細胞而言，與上述之例不同者頗多，在發生之初期，未來將爲生殖細胞之細胞，成珍藏之狀態，在體細胞盛行發生之時期，保存不變，以靜待身體之長成。多數之動物，在卵細胞最初第一次分裂時，早已開始分化將爲未來之生殖細胞者。此等發生，究作何狀，如第十九圖所繪。卵細胞之內，往往有特別之層，可以識別。第十九圖之 a 圖中，繪有黑點，卽表示此物。此層爲造成未來之生殖細胞者也。當卵之第一次分裂時，此層分入二兒細胞中之一個（b）。此後上方之細胞分裂造成體細胞而下方之細胞此後分裂則生成體細胞與生殖細胞，此可斷言者也。c

圖中，此兩細胞再分裂為四個細胞，其中三個單生體細胞。d圖為此後繼續二次分裂之結果，所產生之十六個細胞，其中僅有一個即有黑點者為最初之生殖細胞，此細胞今後由分裂而能續生生殖細胞。e圖為一種胚 (embryo) 之圖，在此已有外方細胞與內方細胞之區別，在其後方則有最初之生殖細胞行第一次之分裂結果變為二個者存焉。最後 f 圖為較此更進步之發生時期之表示，此中已有皮膚細胞，腸細胞，神經細胞等，其後方亦不過僅有二個之生殖細胞。生殖細胞此後分裂，因其動物之性，生成



卵巢或精巢。由此，生殖細胞之物質，由一代傳至次代之情形，當可了解矣。
今且先作一結束，以後將常提及生殖細胞之事，且研究與此有關係之有趣味的事項也。

第三章 孟特爾遺傳法則之根本事實

肉眼所不能見之生物之遺傳特質，生殖細胞，及生殖細胞在發育之開始時，非有將兩親之遺傳特質傳之於新生之子女之能力不可等諸事項，既略有所知，故茲擬追究兩親之遺傳特質與子女之遺傳特質之關係。易言之，擬研究特質之遺傳的發展，對於子孫如何發現。然則須先考慮考察此問題之方法。假定兩親之遺傳特質完全相同，即兩方皆能以完全同一之遺傳特質，傳之子孫。此時兩親之子孫，與其兩親完全相同，自不待言。在此等簡單之敘述中，無格別之點可言。例如假定黑男與黑女結婚，則黑人之特徵之遺傳特質如何遺傳與子孫，即可分明。遺傳特質傳達之問題，僅限於一局部，蓋兩親既為黑人，子女亦為黑人，所遺傳者乃黑人之黑人的特徵而已。此外無何等可供研究之處。是故吾人若欲研究遺傳如何成就之問題，則不可不選生殖上遺傳上不同之個體使成配偶不可。如此方能區別兩親之遺傳特質與其至子孫後之狀態。即非以白人配黑人等方法不可。

白人與黑人之混血兒即所謂 *mulatto* 也者，自全體而言，雜有兩人種之特質，俗謂之混血。若更以黑人配此混血兒而使之生育子女，則其子女可謂受有 $\frac{3}{4}$ 之黑人之血。但僅此區區則對於黑人特質遺傳之過程，毫未深知，此易明之事也。蓋混血一語之真義，不能捉摸，例關於馬之飼育，至最近為止每與「混血」一語以毫無用處之定義而滿足，實則不久即可明瞭，並無何等物質混合，且事件全體與血液並無關係，而竟曰混血，實不得不謂之奇妙之事也。由以上所述，即可明瞭，欲更進一步，則此問非限於一，一能區別之遺傳特質不可。例如黑人皮膚之色，即其一也。使此等複雜之事項，成爲簡約而後加考察，爲名曰孟特爾之遺傳法則 (Mendel's law of inheritance) 之大發見之前提。凡遺傳上不同個體間之生殖，此後稱之曰雜種形成 (hybridisation)，此語在日常生活上有別種意義之慣用，然此非所敢知者也。此意味之雜種形成，不僅限於馬與驢，或黑人與白人間之交配，即赤毛之男與黑毛之女之結婚，平均大度不同之二純系 (pure line) 之豆，取而交配之，亦屬於雜種形成。

Augustinus 派之僧。註①孟特爾氏，在前世紀之中葉，於蒲倫 (Brunn) 之教院內，實驗豌豆

(*pisum sativum*) 之雜種形成，以注意周到之實驗技術與天才的數學的銳敏之眼光，發見此今日世界到處稱彼之名之法則。但氏將其結果於一八六五年發表於有地方性之小雜誌，以至無人注意。此論文之頁數雖少，然完全係三十五年間所行內容豐富之研究。蓋彼時了解其意義之時機尙未成熟故也。孟特爾死後一九〇〇年，彼之法則，從新發見，於是此法則之原發見者之氏，始得浴天日之光。爾後此法則遂征服全世界，遂得見名曰孟特爾學說 (Mendelism) 之複雜的新學問上一分科之設立。對於服從孟特爾法則之遺傳特質，科學上往往有孟特爾化特質之語，已時常通用矣。



孟特爾之肖像

今當研究此法則之時，擬不援引孟特爾之豌豆或後來所知與此類似之幾千例，惟用較簡單之例。今假定交配僅花有紅白之分其他在遺傳上皆同之紫茉莉 (*mirabilis jalapa*) 之二品種。此時不論以何品種爲母方及父方——爲精子植物即花粉植物——其雜種皆爲桃色，一見可知其爲兩親特質之混合者。於是吾人回憶既知之事實，卽外觀並不表示何等遺傳之性質，表現型與遺傳型爲純然不同之物是也。此種謹慎之考慮，在此例甚屬正當，若將雜種間自相交配，卽可分明。即使此雜種——在植物界專屬可能——自家受精而蕃殖，或將雜種之兄弟姊妹互相交配。事有出於意外者，如此而生成之第二代雜種中，在第一代雜種上形似混合之兩親特質，重復分離。播種此植物之花壇中，發生純粹開白花之植物，純粹開紅花之植物及開桃紅色花之植物。此外觀上有純粹之白花與紅花之植物，爲實際上純粹之物，毫不留前代雜種形成之痕跡乎？若自紅花或白花之植物各造成其第三代，卽可獲得此問題之解答。等三代造成之結果，實際開白花者僅能產生白花之植物而自紅花者亦同樣僅得紅花之植物。而吾人可任意所欲使代代繼續栽培，結果白花之子孫常開白花，紅花之子孫，常開紅花，與最初造成雜種時所用之兩親植物，同爲純粹之物。故此

等植物，以普通慣用之語表之，可謂「純粹栽培」之植物。然而第二代雜種中之桃紅色者則如何？使此蕃殖而造成第三代雜種時，又發生三種類之植物，即白，紅，與桃紅是也。而此白與赤，此後即為純粹之物而蕃殖，桃紅色者在第四代時又分為三種，此種情形，無論繼續至若干代，皆屬如是。吾人對於永久開純粹之白花及純粹之紅花者，謂之「分離而出現」之植物，此等植物此後將永久保持其純粹，而繼續分離之桃紅色者此後亦將永久繼續其分離。

吾人且回至白花紅花桃紅色花等第二代雜種所生之花壇，而一一計算植物之數，則可知全體植物中開白花者恰為四分之一，其他四分之一為開紅花之植物，半數皆為桃紅色花之植物。且此實驗無論重覆若干次，所得之數字常同。又從由桃紅色植物蕃殖而分離之子孫，調查其代之數，則常得四分之一為白，四分之一為紅，二分之一為桃紅之關係。此種分離，依定數之比率而出現，此事實為孟特爾所發見者，實為解釋分離之過程之關鍵也。以上所述之例，表示於第二十圖中。

孟特爾之思想如次。生物者，受精之際，由生殖細胞之癒合而成者也，故生殖細胞之中，必有一種物質之存在使如上述之花色等一定之遺傳物質，得以圓滿表現。此存在於生殖細胞中之一

定物質，此後名之曰遺傳因子 (hereditary factor)。某生物關於某一定之遺傳特質在純粹蕃殖之時，則其父及母之生殖細胞中，不可不含有與該特質相當之遺傳因子。故純粹蕃殖之白花紫茉莉之卵細胞中，不可無表現白花之遺傳因子，同稱花粉細胞中，亦必有其存在。然而如前所述，自桃紅色之雜種，可再分離純粹之紅花及白花之植物。故此等白花植物必為具有白花之遺傳因子之雌性生殖細胞與具有同種因子之雄性生殖細胞相癒合而生成者。而純粹紅花之植物，亦既為由此雜種分離而得者，則對紅花之遺傳因子之行動，

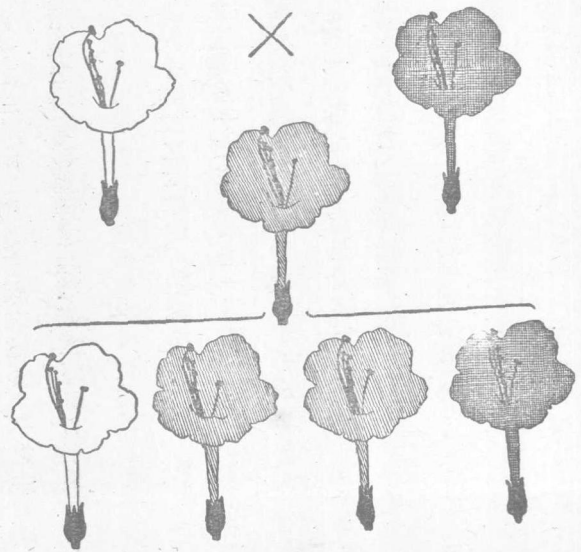


圖 十 二 第

亦必與白花植物完全相同。故白花與紅花之兩親所生之桃紅色花之雜種，其生殖細胞中，必無白與赤之癒合物，其所有者乃僅有白之遺傳因子之生殖細胞與僅有紅之遺傳因子之生殖細胞耳。雜種中不發生雜種生殖細胞，而產生關於兩親之特質，為純粹之生殖細胞，非白則紅。至於某生殖細胞，有白因子或紅因子，則可假定其全屬於偶然，故苟假定生殖細胞之半數為有紅因子者而其餘半數為有白因子者，則自雜種分離之現象及分離數之比率，皆可瞭然矣。

為簡便計，略稱「含有使植物開紅花之遺傳因子之生殖細胞」為紅生殖細胞，則此敘述之開始時所稱開紅花之親代植物，僅有紅生殖細胞，開白花之親代植物，僅有白生殖細胞。是故雜種之體細胞（此皆自受精卵之細胞分生而來者）皆為紅——白。至於其生殖細胞，則對於白與紅之遺傳因子發生分離，生成半數之紅生殖細胞與半數之白生殖細胞。此對於雌性之生殖細胞與雄性之生殖細胞，皆可同樣適用。此等雜種當生殖之時，某一雌性之生殖細胞與某一雄性之生殖細胞受精，則全屬於偶然之事。換言之，生殖細胞之各種，即白與赤若各有同等之機會，則受精之際，得有四種之場合，而此四場合之發生，其出現度次亦必相似。

- 一、白卵細胞與白花粉細胞受精。
- 二、白卵細胞與紅花粉細胞受精。
- 三、紅卵細胞與白花粉細胞受精。
- 四、紅卵細胞與紅花粉細胞受精。

第一場合其產生純粹白花之植物，蓋毫無疑義，且將來永久得僅開白花，蓋植物體中不含少許紅色之因子故也。第四場合之結果，發生純粹紅花之植物，此中不含絲毫白因子，故能永久維持其純粹。而第二與第三，產生桃紅色花之植物，正與雜種第一代同，故以後將繼續其分離。蓋其含有紅白二因子之情形，正與雜種第一代同故也。是故分離與數之比率，可由最簡單之假定（今日已謂之事實，）而說明之。即雜種之生殖細胞，自雜種之兩親之特質言之皆為純粹之物，所生二種生殖細胞其數相等，受精時與此二種中之某種結合，全出於偶然。即服從蓋然率（Probability）之法則者也。此實為孟特爾法則之最簡單的根本原理，孟特爾根據此事實，論理的建設其理論。

以上所述之例，較之孟特爾自身所做之豌豆之實驗，就一點——雖非重要之點——言之，爲較簡單之例。而所謂一點者，即關於雜種之外觀，已如前述。紫茉莉之雜種，外觀上爲兩親特質之混合物，此雜種之表現型，適介於兩親之表現型之中間。然大多數之例及孟特爾之豌豆之例，皆不是，兩親之兩特質中之一，儘量表現，其結果僅此特質可得認識，其他之一特質，在雜種之外觀上，不可得見，故與兩親之一方，完全或幾乎完全相同。例如使黃色之豌豆與綠色之豌豆交配，則雜種第一代之豌豆，皆爲黃色。全體黃色之蝸牛 (*eulola callizoma maritima*) 與具有美麗之黑紋者相交配，則雜種第一代，皆全體黃色者。如前所述，血液有病之人與血液健全之人結婚，其子女——即雜種第一代——皆屬健全。在雜種之外觀上，抑制他方之表現，支配外觀之特質曰顯性特質 (dominant character)，而於表現型上被抑制之特質曰隱性特質 (recessive character)。何種特質，成爲顯性，何種特性，成爲隱性，而在何時，二種特質，互相混合——以實際家之言表之，則爲中庸之遺傳——關於此等問題，原無一定之法則。普通吾人在日常生活上，在其周圍所觀察者皆爲顯性之特質也。苟見某人之子，於某一特質上，酷似其父，則常人每欲建設一法則，兩親有強固意志

之性質及性慾上缺陷之點等每信爲顯性之表現。然此等皆不過架空之談。顯性或隱性之特質，爲保持於服從孟特爾法則（孟特爾化）之各種遺傳因子中者，是與在特質之傳達者時，完全相同。故黑毛對於赤毛，常爲顯性。此法則有時似有不適用之事，然此因有特別原因之故，關於此點，稍後即可了解矣。

顯性之現象，較不重要，前已言之。所謂不重要者，蓋自遺傳之立場觀察之結果，蓋顯性者，單就表現型而言者，是與個人被服於外之衣服相當，對於此人自身之遺傳性，毫無指示者也。何則，表示顯性之雜種，在其此後之生殖上，與其他之雜種完全相同故也。即顯性之雜種，生純粹之生殖細胞，而此種生殖細胞，各依蓋然之法則，互相結合。今取有紋之蝸牛與無紋之蝸牛之例而說明之（第二十一圖），則如次。交配之結果，發生雜種第一

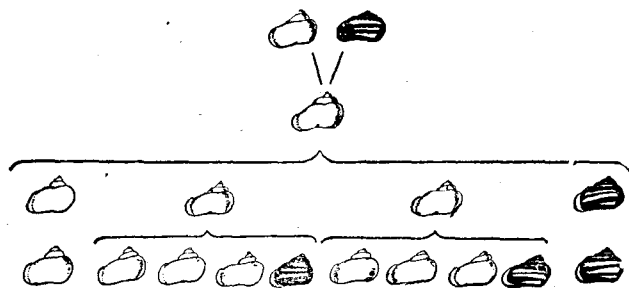


圖 一 十 二 第

代，屬於此之個體，皆無紋，蓋此性質對於有紋之性質，爲顯性故也。此雜種產生同數之二種之生殖細胞，卽有紋之性質者與無紋者是也。而受精時完全與紫茉莉之例同，可得四種結合，卽無紋與無紋，無紋與有紋，有紋與有紋，有紋與無紋是也，而分離之結果，四分之一爲顯性，二分之一爲雜種，四分之一爲純粹之隱性。但無紋對於有紋爲顯性，故前述之雜種（無紋與有紋）與純粹之顯性，外觀上完全相同。故自外觀上觀察，可見在雜種第二代，四分之三爲無紋者，而四分之一爲有紋者。卽分離之結果，具有顯性之特徵者與具有隱性之特徵者之比，爲三對一。由此更可知不能以一生物之表現型而推論其遺傳型矣。四分之一之純粹顯性者，與四分之二之顯性隱性兼具者，雖外觀相同，然自純粹顯性所生之第三代及其以後一切世代皆爲純粹之顯性，反之顯隱兼備之個體，在外觀上雖難與純粹之顯性者區別，但由此產生之第三代，仍爲一對二對一之分離，而此分離在外觀上亦爲三對一之比。外觀上完全相同之個體，因遺傳因子不同之故，表現在遺傳上完全相異之樣子。於此吾人憶及前述表面上健康之女子能遺傳血液病之素質之一例。其原因安在？蓋此女於顯性之健康因子之外尙具有隱性之病的因子，而二者在特種之場合能再分離故也。此外吾人在此

例尙學得一事，卽顯性之現象，伴隨於遺傳之例時，其第二代或其以後諸世代中所分離之隱性個體皆屬純粹之個體是也。此事實對於實際之繁殖如人類之遺傳，爲最有重要意義之事實，關於此等事例，至後段當詳述之。

今須介紹一二拉丁文或希臘文之術語，此等術語，在科學上爲便利於理解起見，常用之語也。通常有時可無須使用術語，然因其短而意義並不暗昧，故有時不得不用之。上文中使用染色體、遺傳因子、顯性、隱性等術語，亦此故也。茲再使用二語，卽同型接合子 (homozygote) 及異型接合子 (heterozygote)。某一個體，其遺傳特質，甚爲純粹，卽自父母兩方，傳受同一遺傳因子時，則關於此遺傳因子，此個體可稱曰同型接合子。希臘語之 *homos* 一字，有相同之意義而接合子者，乃已受精之卵子是也。故自語義上觀之，同型接合子者，爲二個相同之物之集合體。前例之動植物中如白色或紅色之紫茉莉，黃色或斑紋之蝸牛，自其色卽自其着色因子言之，皆屬於同型接合子。而由雜種第二代分離而得之純粹顯性及純粹隱性，亦與此同，爲同型接合子。然 *heteros* 之意義爲差異，

異型接合子者，二個不同之物集合於一體之意，蓋指某種遺傳因子具有雜種的性質者也是。故雜種第一代桃紅色之紫茉莉，在着色因子上爲異型接合子，在其第二代所分離之四分之一及此四分之二在第三代所分離者，皆爲異型接合子。紫茉莉之異型接合子與同型接合子，外觀大不相同。然蝸牛之顯性同型接合子與其異型接合子，外觀相同，惟與隱性同型接合子，則外觀巽然不同耳。又爲簡單起見，今後對於雜種第一代名之曰 F_1 ，（此爲子女世代之略稱，）而稱雜種第二代爲 F_2 ，以下準此。

然則孟特爾法則，對於一般，皆可通用乎？此讀者所欲提出之疑問，亦即自孟特爾法則發見後，科學在事實上所提出之第一疑問也。吾人所學者，乃至簡單之例，此須常記於心頭者也。實際尙有極複雜之例，後將詳言之，然此等複雜之例，亦不過同一主題同一根本原理之變化，其根本之處，與既述極簡單之例相同且包括其他一切之場合。故孟特爾化者，不僅限於既述簡單之事實，不過欲以此爲基礎而理解更複雜之例耳，明乎此，可知關於動物植物人類之遺傳特質，凡曾經研究者，幾

無不服從孟特爾法則者也。凡花之色彩，皮膚之色，毛髮之色，人類之眼與皮膚之色，無不適用。一切形態之特質，皆從孟特爾法則；即植物動物人類之身長，毛之形態，如安高拉（Angora，地名）種兔之毛，黑人之捲毛，身體附屬物之長度如兔、山羊、犬等之長耳與短耳等皆從孟特爾法則者也。基因於體內之化學的性質之特質，亦服從孟特爾法則，禾穀類（cereals）對於銹菌（rust fungi）之感受性（susceptibility），葡萄對於葡萄蟲，哺乳動物對於癌腫之感受性，皆其例也。蠅缺一翅，其所_有之足，二重出現，犬及羊之曲足，人類之六指腫足等畸形，皆依孟特爾法則而遺傳。又心理的特質如鷄之孵卵，人類之音樂的才能，亦服從孟特爾法則。植物動物人類之特質中，確已證明其服從孟特爾法則者，其計已不可勝計，僅彼極易繁殖，特適於實驗之一種小蠅，已查得有四百以上之遺傳特質且皆服從孟特爾法則者也。是故假使有不服從孟特爾法則之特質，然此等特質，在遺傳學上，較之服從孟特爾法則者，敢言其意義甚小也。

今爲使孟特爾法則之極初步的意義易於了解起見，擬考慮二三自此法則由來之結果且略

舉關於人類之例。遺傳之研究者，對於蠅、蝶、豌豆、紫茉莉等較感有興味。其故因此等生物可任意使之多量繁殖，互為婚配而分析其結果也。但普通之人，對於人類，多感興味，此亦理所當然。人類之遺傳特質，苟逢佳良之機會，得於現存家族之諸員中，從事研究，然大抵皆僅追溯先祖，此時種種非常不正確之事實，不免混入於研究之中。又研究者為便於分析起見，往往行有計畫的交配，此亦不能適用於人類。此外人類所生之子女，其數甚稀。故欲於人類發見遺傳之法則，勢所難能，所幸現今既知之法則，亦可再見於人類之遺傳。簡單之孟特爾式遺傳，頗易發見之。然最初有一事須先行聲明。在動物之實驗，皆以純粹同型接合的品種為基礎而進行其研究，然在人類，此不可得而行。蓋特質成同型接合性者，僅限於兩親完全同一之時故也。其在動物，極近緣之個體間，行交配之時，始得發生，飼育者常行此種實驗。但此等手續，不能實行於人類之間——現今既知之惟一之例外為布托萊米亞(Ptolemaia)之王族，此常行兄弟姊妹結婚者也——故人類之兩親，其成為研究對象之特質，幾常不相同，而其祖先之特質亦各異。因此人類皆為雜種，皆為異型接合子。是故人類之結婚，皆為雜種形成也。今取一具體之例而說明之，如稀見之六指性，為簡單之孟特爾式遺傳之性質，且屬

顯性。六指之男子與六指之婦人結婚之機會甚少，故通常幾常由正常與畸形之兩親結婚之結果，產此六指之兒。今後擬研究此六指者之家譜，此性質既為異型接合子，苟此人與正常之婦人結婚，則其性質之遺傳於其子孫，恰與雜種第一代與兩親中之正常者相交配時結果相同。此種交配法術語曰反交 (back-cross)。然則反交之結果，將如何乎？為了解此起見，吾人將回至蝸牛之例。

蝸牛之F₁雜種，有紋對於無紋為顯性，故皆屬無紋。今欲以分數之形式，簡單的表示此雜種之性質，以粗大之鉛字示顯性，則此雜種，可寫作 $\frac{\text{有紋}}{\text{無紋}}$ 。今如實行反交，共有二法，第一與兩親中之顯

性者即無紋者反交，否則即與兩親中之隱性者即有紋者反交。今如行雜種與兩親中之顯性者反交，則結果如何。今以乘法之符號表示交配，則此反交為 $\frac{\text{無紋}}{\text{有紋}} \times \frac{\text{無紋}}{\text{無紋}}$ 。此雜種可生同數之二種生

殖細胞，約言之，即無紋與有紋者。而純粹之親代，則僅能產生一種即無紋性之生殖細胞是也。是故當反交受精之際，可得 (一) 無紋與無紋 (二) 有紋與無紋之結合。故反交之結果，半數為 $\frac{\text{無紋}}{\text{無紋}}$ ，而

半數為 $\frac{\text{有紋}}{\text{無紋}}$ 。前者不問而知為無紋，後者雖為雜種然因無紋為顯性，故外觀上亦呈無紋之狀。故

雜種與兩親中之顯性者行反交，則產生外觀上同一之子女，皆表示顯性之特徵。但實際此中之半數，具有雜種之性質為異型接合子也。

今再使雜種與兩親中之隱性者行反交，則得

$\frac{\text{雜種}}{\text{有紋}} \times \frac{\text{有紋}}{\text{有紋}}$

此時雜種亦與前例相同產生二

種之生殖細胞，至於純粹之隱性者，僅生一種有紋性之生殖細胞，於是受精之結果，產生同數之

$\frac{\text{有紋}}{\text{有紋}}$

換言之即半數為無紋（但為異型接合子）及其餘半數為純粹之有紋者。即此反

交之結果，各產生同數之兩親之形質，隱性為純粹（同型接合子）而顯性者則具有雜種之性質（異型接合子）者也。

茲再復歸於人類之簡單的孟特爾式形質遺傳。人類之遺傳，大抵與前述之反交相當，吾人既已學得矣。先取顯性之六指性之例。具有六指之男子，乃為同具六子之父與正常之母之間之子（父母之性質，或可相反，因此等簡單的孟特爾式之遺傳，無論何方為父或何方為母，完全無異，即為雜種，可以 $\frac{\text{有紋}}{\text{有紋}}$ 表示之。此男子與正常之婦人即可以 $\frac{\text{有紋}}{\text{有紋}}$ 表示之者結婚。此即為雜種與純粹之隱

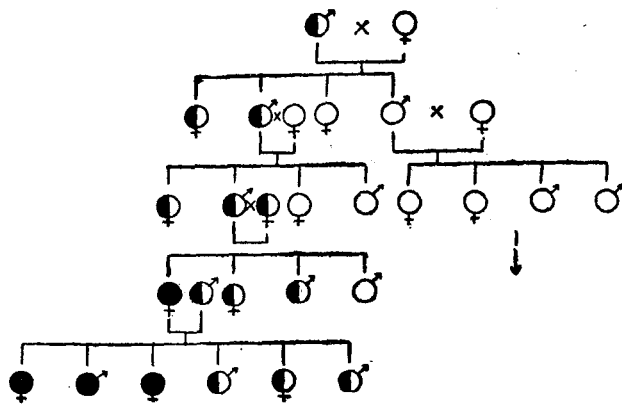
性間之反交相當，故其子女等半數爲六指性，而其他半數必爲五指性。

但對於此數之比，不得不加以說明。此例及後述之一切孟特爾式遺傳之數之比率，皆依據於蓋然率之法則者也。即受精之際，某種生殖細胞，互相結合，全出於偶然，且兩相結合之蓋然率相等，子孫之數愈多，且適合於蓋然率之機會亦愈大。此與擲骰子之遊戲，完全相同。二個大小相同之骰子，一方其六面皆書「五」之數字，其他一方六面中之三面書「六」，其餘三面則書「五」之數字。如此二個苟擲一〇〇〇〇〇回，則得五與六之次數恰五〇〇〇〇回而得五與五之次數亦五〇〇〇〇回。然若僅擲二三回或數回，則兩方所示之數字，多屬相同，此亦可能之事。孟特爾式遺傳之數，亦與此相同。但所擲之回苟非常之多，則兩方之數，非常一致。度數愈少，則兩方愈不一致。人類所生之子女，數甚少時，則與後者同。

故六指之人結婚之結果，若產生四個子女，雖可預期其中之二具有六指，其餘二人則僅有通常之指數，然有時四人皆屬畸形或四人皆正常，有時三人正常而一人爲畸形。苟集一〇〇〇〇個六指之結婚例而統計之，則其子女大概可如預期之數，二分之一爲六指，二分之一爲五指。以上所聞

明者為非常重要之事實，俗人僅獲一例而見其與預期不甚一致，每陷於混亂，此世所常見者也。

是故人類之性質之遺傳，自其狀態言之，一般與反交同。有時亦有發生與此不同之結合之可能。遠方亞爾布斯 (Mt. Alps) 山間之人民，數世紀以來，地方居民，互通婚姻——再略述前記六指之例。實則其外顯性遺傳特質，莫不如是——故六指之男子與六指之婦人結婚之機會頗多。苟此二人均為異型接合子（異質之兩親，）則與蝸牛之例中雜種第二代之相互交配，並無異點，自不待論。故此交配之結果，則依既知孟特爾之分離法則 (Law of segregation)，可預料必得顯性三對隱性一之比。子女之中四分之一為



純粹之顯性，此與一婦人（或一男子）結婚，其所產子女，全體皆屬六指。茲試追跡此家之家譜，一觀此理想的人類顯性特質之遺傳，其家譜應成如何狀態或可成如何狀態（第二十二圖）。第一代，異型接合子之男子（黑示顯性，白示隱性）與正常之婦人結婚。子女之中，半數（第二列）屬於異型接合的畸形，其他半數，為同型接合的正常者。後者中之一人與正常之婦人結婚，所產皆正常之子女。異型接合子之子之一人與正常之婦人結婚，其子女（第三列）又半數正常，半數為異型接合的畸形。此畸形之男子之一人與異型接合的畸形婦人結婚，其所生子女（第四列）四分之一為畸形，四分之一為正常者，而四分之一為畸形之中，四分之一為同型接合的畸形。此同型接合子之子女與異型接合的男子結婚，其所產子女，乃全屬畸形（第五列）。

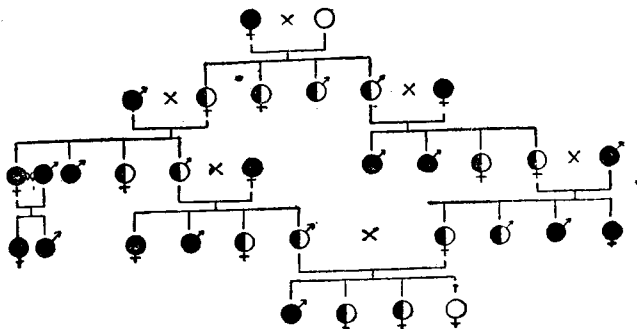
然則人類之隱性特質之遺傳，其情形如何？主要之畸形及病的素質，皆屬於此隱性之遺傳特質，故有特殊之意義。隱性之特質表現於外者僅限於同型接合之個體，否則必為顯性特質所抑制。故苟有表示隱性性質之個人，則其人必為同型接合子也。正常之純粹顯性者，與有畸形之隱性者

結婚，則其子女皆爲異型接合之雜種，外觀上表示顯性之性質。苟隱性之性質爲疾病之素質，則其子女皆健康者也。縱含有罹於疾病之因子，然此等人苟與同型接合的健康者結婚，則成爲顯性異型接合子與顯性同型接合子之反交。卽如蝸牛之例所示，此二人所生之子女，外觀上皆屬健康，實則其半數爲異型接合子。設偶然此異型接合之男女，互相結合，則其子女，依孟特爾法則簡單分離，四分之三爲健康者，而四分之一爲罹病者。

由此可明知日常生活上所常見之例矣。某家系代代生健康之人，有時竟產生遺傳的精神病之子女。此因代代存有隱性之性質，因常與純粹之顯性者卽同型接合的健康者相婚配，故不顯於外耳。一旦偶然與異型接合的含有隱性之性質者結婚，則結果次代分離純粹隱性者卽有病者。於此可了解血族結婚之危險。血族結婚，自身並無有害之點，血族結婚必有有害之說，亦無甚深之根據。但人類之間，隱性遺傳之病的素質甚多。若一家庭中存有此等素質時——而此爲常有之事——其近親之多數，亦必有同樣病的素質之存在。故近親結婚，大有二異型接合子相交配之蓋然性，可預期在其子女中必有純粹隱性者卽罹病者之出現。人類之隱性特質遺傳，可以如二十三圖之模

式的家譜表示之。

第一列表示顯性同型接合的健全之婦人（黑）與病的男子（白）結婚。其子女皆（第二列）異型接合的健康。異型接合的一女（左）又與同型接合的健全男子結婚，其子女（第三列）之半數為同型接合的健全者，其他半數則為異型接合的健全者。前者之一人，與健全之男子結婚，其子女（第四列）皆為同型接合的健全者。然異型接合之一女與同型接合的健全男子結婚，其子女（第四列）亦皆健全，但其半數為異型接合者。最初親代之子，異型接合之一子與健全之婦人結婚（第二列右）而產健全之子女（第三列右），其中半數為異型接合子。異型接合之一女再與同型接合之健全男子結婚，其結果亦產



第 二 十 三 圖

生健全之子女（第四列），然其半數亦為異型接合者也。此異型接合之一女（第四列中央）與同屬異型接合之表兄弟結婚，其結果產四人之子女（第五列）。其中四分之一為純粹之隱性即有病者。實際生活上，全由偶然所支配，事實上能產二十至三十人之子女中，僅生最初之二人而止者亦屬可能之事，而此二人，或皆為純粹隱性者，則此後之血族結婚，所產者將皆屬病的子女矣。

*

*

*

*

當此章之末，擬述一在結婚訴訟中由孟特爾法則得一確證之故事。那威國家之新法律對於私生兒賦與父性確認與嗣續之權利，故父性確認之訴訟，為數不少。此種訴訟之一，有亨斯（名）奧（姓）者（Hans O）被訴為卡蓮（名）赫（姓）（Klene H）之子之父親。其母親所提出之證據，為奧某有畸形之指，缺一節（此畸形在學問上曰短指性），而其子女亦皆具此畸形。於是法院召喚有名之遺傳學者為證人而問之。其人答曰，此畸形為著名之顯性遺傳特質，其遺傳之多數實例，已經詳細之研究矣。乃以×線攝取此父子之指骨，則皆完全相同。母親及其近親者皆具有正常之指且與奧某生此嬰孩之地有此畸形者除奧氏外他無一人，故除此人外，其他可認為父

親之畸形者，全無存在之可能。因此亨斯奧非其父親不可。訴訟乃告終結。

第四章 孟特爾遺傳法則補足

孟特爾氏以豌豆爲材料，行其實驗之際，先採取六對之特質。其中除前述黃色對綠色者之外，如赤色對白花，高莖對低莖等皆是。此等各對，皆服從前述簡單之遺傳法則者也。孟特爾氏更進一步，研究產生雜種之兩親，苟有二對或數對特徵上之差異，如赤色黃豆之豌豆與白花綠豆之豌豆相交配或赤花黃豆而高莖者與白花綠豆之矮小品種相交配則結果將如何。此際彼獲得重要之結果。即各對之遺傳因子，恰如各自獨立而互相分離。此事舉一實例以說明之則頗易了解，今爲改變目光起見，取豚鼠爲例。

好事者所飼養之註①豚鼠之品種中，有種種毛色之品種及具有殊特毛髮之種種品種。茲從此中撰出二種純粹之飼養品種，其一爲有黑色之短毛者，他爲白色長毛（絹毛，安高拉毛）者。黑

註① Guinea-pig 學名 *Cavia cobaya*

與白在簡單之孟特爾遺傳實驗上，爲一對之孟特爾式遺傳之特徵，爲既知之事實，黑爲顯性，白爲隱性。同樣長毛與短毛亦爲一對單純之特徵，短毛爲顯性，長毛爲隱性。今使此二品種相交配，今爲簡單表示計，擬仍用前章之符號，則此交配爲

$$\begin{array}{c} \text{黑} \\ \hline \text{短毛} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{白} \\ \hline \text{長毛} \end{array}$$

而由此產生之雜種第一代

$$\begin{array}{c} \text{黑} \\ \hline \text{短毛} \end{array}$$

爲黑與短毛（以粗大之字體表示之）既爲顯性，則雜種之外觀黑色而短毛。其次如

欲知雜種第二代爲何種個體，則須先檢查此二對之特質，如何分布於生殖細胞之中。簡單之孟特爾遺傳例，雜種生成與純粹特質同數之生殖細胞，含有有母親兩特質之一者與含有父親兩特質之一者。故關於黑與白，生成二種之生殖細胞，含有黑因子之生殖細胞與含有白因子者是也。而關於毛之長短，亦同樣生成二種生殖細胞，含有長毛性者與含有短毛性者是也。然而一切生殖細胞必含兩方之性質，故全體之每半數，必含有兩對中之某對手，且各對與他對各不相衝突，故結局有 $2 \times 2 = 4$ 種生殖細胞之存在，而各生殖細胞，關於兩對之因子，各偶然含有一對手。故大多數平均而言，恰得同數之各種生殖細胞，其性質如次：（一）黑——短毛，（二）黑——長毛，（三）白——短毛，

(四)白——長毛。此爲非常重大之事實，若以學問的表示法言之，則雜種生殖細胞之種類，與因子之對之間所能生成之組合（即算學上所謂順列）數相等。此概念對於三對四對及多對因子，亦可適用。

自此雜種第一代欲造成雜種第二代，則受精之際，雌之四種生殖細胞乃與雄之四種生殖細胞結合。此時某一卵細胞與某一精子細胞結合，則純出於偶然之決定，事實上亦如是，故受精之際，共有 $4 \times 4 = 16$ 種結合法之可能，而此等結合之數，亦必同數。何則，四種卵細胞之各種類與四種精子細胞之各種類受精故也。第二代之雜種，共有發生十六種之可能性，可以次法表示之。即在區分爲十六區之正方形內，於四行之分子，記載四種之生殖細胞，每行一種，次則在各分母上，記入四種之生殖細胞，每列一種，則十六種F₂之關係，可歷歷如繪矣。

今試覽雜種第二代之結果，可學得種種知識。試先檢此十六種F₂之組合——如此命名之——有如何之外觀。黑對白爲顯性，故含有黑之各組皆爲黑色，惟自兩親得有白之因子（即分子與分母皆有白者），其外觀亦白。同樣含有短毛因子之各組，皆爲短毛，其自兩親得有長毛之因子

| | | |
|---|--|--|
| <p>9. 黑——短 白——短 = S K S 異型 K 同型</p> | <p>5. 黑——短 黑——長 = S K S 同型 K 異型</p> | <p>1. 黑——短 黑——短 = S K 同型</p> |
| <p>10. 黑——長 白——短 = S K S 異型 K 異型</p> | <p>6. 黑——長 黑——長 = S l 同型</p> | <p>2. 黑——長 黑——短 = S K S 同型 K 異型</p> |
| <p>11. 白——短 白——短 = w K w 同型 K 同型</p> | <p>7. 白——短 黑——長 = S K S 異型 K 異型</p> | <p>3. 白——短 黑——短 = S K S 異型 K 同型</p> |
| <p>12. 白——長 白——短 = w K w 同型 K 異型</p> | <p>8. 白——長 黑——長 = S l S 異型 l 同型</p> | <p>4. 白——長 黑——短 = S K S 異型 K 異型</p> |

13. 黑——短
 白——長
 = S K

S 異型 K 異型

14. 黑——長
 白——長
 = K l

K 異型 l 同型

15. 白——短
 白——長
 = w K

w 同型 K 異型

16. 白——長
 白——長
 = w l

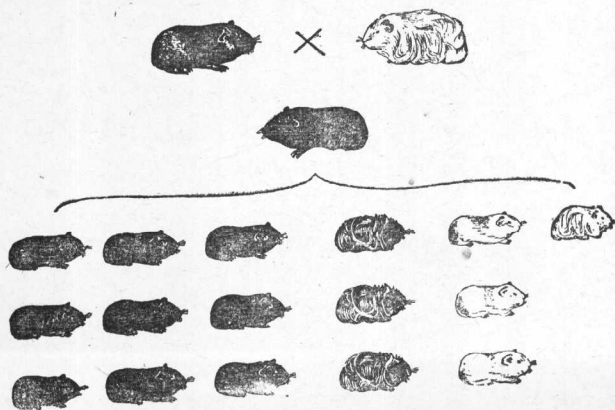
同型

者，始有長毛。故各個體中有含有同型接合的顯性因子者，亦有異型接合的顯性者。蓋各個性質，各獨立的爲孟特爾式之遺傳故也。外觀雖同，或兩方之顯性因子同型接合的存在，或兩方皆爲異型接合的存在，或一方雖同型接合，而他方或爲異型接合，亦未可知。今試檢視上述之正方形中，含有兩方之顯性遺傳因子者，共有九區，即 1、2、3、4、5、7、9、10 與 13 是也。爲便於判斷計，於表示遺傳因子之配合之分數之下，記入表示其外觀之二文字，S 爲黑，K 爲短毛，w 爲白，l 爲長毛，又在其下明書何者爲同型接合，何者爲異型接合。故第一區中黑與短毛均爲同型接合，第二區中黑爲同型接合，短毛則爲異型接合，第三區則與此反對，黑爲異型接合而短毛爲同型接合。至於第四區中，則兩

方皆為異型接合子也。此等事實之意義，尙待後論。

其次再加統計，則各含有一顯性與一隱性之特質者如黑色而長毛或白色而短毛者，各有三區。黑色長毛者，為6、8、14號，白色短毛者為11、12、15號。顯性特質雖有同型與異型之二種接合，隱性之特質，自然常為同型接合。尙餘其一，即第十六區之個體，兩方之隱性特質即白與長毛皆為同型之接合。是故全體十六區中，十六分之九為黑與短毛之分離，十六分之三為黑與長毛，十六分之三為白與短毛，而十六分之一為白與長毛之分離。苟為多數之交配，則事實上可得如此之結果，第二十四圖，乃表示此結果者也。

得知此事後可導入一有興味之結論。先論其外



第二十四圖

觀。吾人最初使黑色短毛者與白色長毛者交配。在雜種第一代，僅出現兩方之顯性特質，然在雜種第二代中，此二種類，仍復出現。而雜種第二代中且有黑色長毛及白色短毛之個體出現。因雜種之形成，兩親之特質，從新分配，其結果參與此交配之二對特質，能為種種可能之配合。而三對或三對以上特質之配合，亦與此相同，故此種事實，其所有之意義，如何重大，可了然矣。是故雜種形成者，能使現存遺傳之特質，為任意之新配合，而其結果可任意構成新生物之手段也。然為更進一步之陳述之前，尚應再檢視前表，以觀其結果。

試觀自此表之左上至右下之對角線內之區域（1、6、11、16），則可知此四組全屬同形接合，而完全同型接合者，僅此四區而已。第一區為兩顯性特質之同型接合，第十六區為兩隱性特質之同型接合，而第六區與第十一區，顯性與隱性之特質各為同型之接合。其他之十二區，其特質之一或二特質為異型接合者也。異型接合者有雜種之性質，苟繼續交配，又將分離，同型接合子，則此後代代為純粹之個體。顯性同型接合子與顯性異型接合子之間，不能區別，故四種同型接合子中，僅其一即第十六區之純粹隱性者可一見而區別之。故F₂之動物，苟得九十六匹，則其中之六匹為白

色長毛者，即第十六區之組合也。而此等動物，此復雖繼續互相交配，然始終僅產生白色長毛之個體，可確知其為純粹，純粹隱性者，應能純粹繼續其繁殖。又新生成之黑色長毛者，亦可使之純粹蕃殖。此等個體，九十六匹之中，可得十八匹。此個體關於隱性因子之長毛為同型接合，故使此等個體互相交配，則無論何時，皆僅產生長毛之個體。反之，三種之中對於黑之因子為同型接合者，僅有一種（第六區），故此類動物，苟任意取其二匹，使之交配，縱二匹不皆為異型接合者，然所取之一匹為異型接合者，極為容易發生之事件，故往往不能為純粹繁殖而發生分離。今欲免去此種失敗，則須實行多數之交配，其中或能偶然得二同型接合子之交配。但此際尙不免於失望。假使吾人取出二匹，其中一匹為純粹之同型接合子即

| | | |
|---|---|---|
| 黑 | — | 黑 |
| 細 | — | 細 |
| 細 | × | 細 |
| 細 | × | 細 |

而其餘一匹則為異型接合子即

| | | |
|---|---|---|
| 黑 | — | 黑 |
| 細 | — | 細 |
| 細 | × | 細 |
| 細 | × | 細 |

長毛性可無庸考慮，因此為隱性同型接合，能純粹遺傳於其子孫者也。關於白黑之因子，此交配與

細 × 細
細 × 細

相當，即與異型接合子與顯性者間之反交相當，此結果已見於前，二分之一為顯性，二分之一為異型接合是也，但後者亦為黑色，恐不免誤認為純粹之黑因子（具有長毛者）在此分離者。

但此中含有異型接合，故在次代或後代，偶然此中二匹之異型接合子相交配，於是遂得白色個體之分離。在實際上除不斷為多數之交配，終至使二個純粹之同型接合子交配外，別無良法。

上述之例，一方有純粹之顯性因子存在，他方則含有純粹隱性之因子，殊屬簡單，若兩方之特質，均為純粹之顯性（如第一區），則欲從交配中撰出，其事至難。何則，從九種同型接合之組合，撰出其一，而使二個純粹之同型接合子互相交配，則其機會甚少，欲得此美滿之機會，須繼續詞育數代，始得成功故也。關於此點，植物栽培者，較為有利。蓋植物可以自家受精之法使之蕃殖故也。使此等雜種各自花受精而蕃殖，則數代之後即可確知此植物為何種雜種。如此際所產子女，完全與兩親相同，則此等兩親確為同型者，蓋若為異型接合子，則自家受精之時（異型接合子與異型接合子交配），非發生分離不可。是故不知孟特爾法則者，造成第二代第三代之雜種，其結果有種種不同之個體，一見似互相矛盾，遂至茫然自失，若能了解孟特爾法則，則無論何人，均能知其有整然之秩序與明瞭之結果，且此等結果，可以預察者也。

關於三對或三對以上之遺傳特質之交配及其結果之預察，似無再特加論述之必要。含有二對特質之雜種，當造成生殖細胞之際，以自二對特質生成可能的種種不同之配合為眼目。有三對或三對以上特質之雜種，當生成生殖細胞之際，亦與此相同，自此等特質，行種種可能的配合。三對特質，可配成八種之生殖細胞，此可推想而知。今以A、B、C表示三個顯性特質而以a、b、c表示三個隱性特質，則自此三對文字可造成下述之八種組合。

1、全體顯性者

1、ABC

2、二顯性一隱性者

a 隱性

2、aBC

b 隱性

3、AbC

c 隱性

4、ABc

3、一顯性二隱性者

A 顯性

5、Abc

B 顯性

6. a B c

C 顯性

7. a b C

4. 全體隱性者

8. a b c

同樣方法，四對之特質，可得十六種之生殖細胞。若有十對之特質時，則生殖細胞之種類殆不下於一千零二十四種。此等雜種造成第二代之際，行可能的種種組合，其中有偶然一致者，故有三對特質者，雜種第二代可得六十四種不同之組合，有十對特質者可得 1024×1024 即百萬以上之組合。諸如此類，可依此等法式而正確算出種種不同之組合之數。

上述事項對於實際生活招來非常顯著之結果，自不待論。今有十對遺傳特質互異之二人種，使之婚配，在其雜種第二代，十對特質之一切組合，各各僅有一個出現，則非有百萬以上之子孫不可。若此種交配之結果，每組各產四個子女，（此為理想的結果，實際偶然之機會，未必如此作用，）則雜種形成之結果，欲使此不同之組合，一一出現無違，則非有二十五萬家族不可。是故在人類之

遺傳，苟發見與遺傳法則預期之結果有不一致之點，則在下最後判斷之前，不可不熟考者也。再舉一例，今有植物或動物之兩親於此，其所有十對之不同之特質，半爲顯性，半爲隱性，今使兩親交配，而因某種理由，欲得一純粹隱性之個體，即有十對隱性因子之個體。但在此百萬以上之組合中，此純粹隱性之個體，僅有一無二，故在雜種第二代，得百萬以上之個體時，始可預期其出現。然苟以馬或牛行交配時，誰能望其必成功耶。

今姑就三對因子之個體，一檢其雜種第二代中不同之組合，如何分配。茲再利用正方形之模式圖（三對以上因子之例雖亦可用簡單之數學的方法表示，然此已不甚明瞭。）爲節省書寫上之勞力起見，不再記其特質，僅以字母之起首文字爲符號，讀者可視作任意生物之任意特質，而此等之對爲 $AaBbCc$ 。次表爲由前述八種生殖細胞所生成之六十四種組合。

對於上表之一一之結果，似無再加推論之必要，因此與二對特質之例，根本上並無何等差異故也。但次之事項，有注意之必要。上例同型接合之個體種類，恰與生殖細胞之種類數同數，共計八

| | | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| ABC abc 49 | ABC aBc 41 | ABC Abc 33 | ABC aBC 25 | ABC AbC 17 | ABC ABc 9 | ABC ABC 1 |
| ABc abC 50 | ABc aBc 42 | ABc Abc 34 | ABc aBC 26 | ABc AbC 18 | ABc ABc 10 | ABc ABC 2 |
| AbC abC 51 | AbC aBc 43 | AbC Abc 35 | AbC aBC 27 | AbC AbC 19 | AbC ABc 11 | AbC ABC 3 |
| aBC abC 52 | aBC aBc 44 | aBC Abc 36 | aBC aBC 28 | aBC AbC 20 | aBC ABc 12 | aBC ABC 4 |
| Abc abC 53 | Abc aBc 45 | AbC Abc 37 | Abc aBC 29 | Abc AbC 21 | Abc ABc 13 | Abc ABC 5 |
| aBc abC 54 | aBc aBc 46 | aBc Abc 38 | aBc aBC 30 | aBc AbC 22 | aBc ABc 14 | aBc ABC 6 |
| abC abC 55 | abC aBc 47 | abC Abc 39 | abC aBC 31 | abC AbC 23 | abC ABc 15 | abC ABC 7 |
| abc abC 56 | abc aBc 48 | abc Abc 40 | abc aBC 32 | abc AbC 24 | abc ABc 16 | abc ABC 8 |

種類。此等同型接合之種類，皆位於上表左上至右下之正方形之對角線上。即 1、10、19、28、37、46、55、64 是也。其中三顯性因子爲同型接合者僅有一種 (1)，而三隱性因子爲同型接合者亦僅得其一 (64)。此外一切之組合，皆有一或二或三個因子爲異型接合者。外觀上共有若干種類之個體，如加以計算，(注意於顯性 A、B、C 而計算之) 則可知共有八種個體，分離而出。

| |
|------------------------------|
| A B C a b c 57 |
| A B c c a b c c 58 |
| A b b C c a b b c c 59 |
| a B C c a b c c 60 |
| A b b c c a b b c c 61 |
| a B c c a b c c 62 |
| a b b C c a b b c c 63 |
| a b b c c a b b c c 64 |

27/64 含有三顯性特質者(自 1 至 8、9、11、12、15、17、18、20、22、自 25 至 27、29、33、36、41、43、49、50、57)

9/64 A B 顯性 c 隱性 (10、13、14、16、34、38、42、45、58)

9/64 B C 顯性 a 隱性 (28、30、31、32、44、47、52、54、60)

9/64 A C 顯性 b 隱性 (19、21、23、24、35、51、53、39、59)

3/64 A 顯性 b c 隱性 (37、40、61)

3/64 B 顯性 a b 隱性 (46、48、62)

$$\frac{3}{64} \quad C \text{ 顯性 } a \quad b \text{ 隱性 } (55, 56, 63)$$

$$\frac{1}{64} \quad a \quad b \quad c \text{ 隱性 } (64)$$

如上之雜種第二代，苟在紫茉莉，則情形更爲複雜，蓋在此植物，同型接合子與異型接合子，其外觀不同，異型接合子之性質，適介於兩親之間，故各種類之中，發生外觀不同之異型接合子故也。讀者可自試之。然憶及學校中所習之算術者，關於 F_2 預想上之分離，可以次法容易算出。

$$\text{一對之特質} \quad 3+1 \quad = 3:1$$

$$\text{二對之特質} \quad (3+1)(3+1) \quad = 9:3:3:1$$

$$\text{三對之特質} \quad (3+1)(3+1)(3+1) \quad = 27:9:9:9:3:3:3:1.$$

而生殖細胞之種類數，同型接合子，異型接合子之數，及其他附隨之事項，皆可容易計算而得者也。

關於如上孟特爾法則之簡單的事實，再就其實際的方面，加以考察。如此則可與第一章所學

之諸事項，發生關係。在第一章中，吾人知飼育者能不絕選出最上之個體而使之蕃殖，可改良其品種。雖略能變化之品種，然其外觀上似單一之品種，事實爲含有多少不同之遺傳特質者，飼育者從此混合之諸特質中，撰出其目的所在之特質，如此可分離得一定之遺傳型。吾人曾謂此際飼育者苟精通遺傳之法則，則必能更善其事。第一章所述者僅止於此。今先舉一例。讀者恐已見飼豬者竇勒 (Miller) 之亡兒所繪之墨畫印刷矣。此畫家將每日所見之豬，爲精密的忠實的寫生。然其所繪極似野豬，與今日飼養之肥豬相比，竟爲襲然不同之動物，今日之豬，脂肪既富，色及體形，皆與此不同。此蓋數百年間飼育家自此貧弱如野豬之動物育成今日之肥豬。然則何以能如此成功乎？無論如何之魔術家的飼育者，除在何處覺得一具有自己所望特質之豬之品種，與自國產者交配之外，別無他法可以成功。事實自東亞覺得非常富有脂肪之遺傳的傾向之豬，使之與自國產之豬相交配而成者也。如此以自國產豬之品種所具之諸特質與「脂肪增殖性」之特質相結合。厥後再與其他品種相交配，對於各種特質，行非常複雜之新配合。交配之際，自分離而出之孟特爾式組合之中，常選出合於目的之個體，如有脂肪增殖性之特質者，善於攝取食餌之特質者，對於疾病有不感

受性之特質者，具有多產之特質者，選出此等品種，無意識的實行孟特爾實驗之結果，遂生成合於目的之同型接合的組合。

再舉一例。市場中犬之完全新品種，實已出現於杜貝爾孟時代之前，然此從何處得來者？蓋飼育者使現存之諸品種互相交配，造成具有意中所欲之特質者。例如自獠犬採得開鼻之特質，自達蓋爾得曲足之特質，自獵犬得垂耳之特質，自獨葛得高身之特質，諸如此類，自繼續分離之雜種世代，選出適於目的之品種，繼續分離，遂得同型接合之犬，於是得一新品種。若有多數之遺傳因子參加於其間時，則須數世紀間繼續飼育，始能得同型接合之個體。所謂「純粹之品種」中，實際常不絕分離。德國守羊之犬，品種甚多，此類皆稱為純粹之品種。實則關於二三易於觸目之特質，如毛色，大小等，或為純粹之品種，或為同型接合之品種。然其他多數不甚觸目之特質，仍行分離。如頭形氣質足之長短等是也。故最良品種之同腹之小犬，此等特質，亦非一致。在品評會中，往往給獎於一特殊之品種，然此等品種往往不於飼養者之計畫中之飼育，大抵為因偶然分離而生之孟特

爾式結合而受賞者也。

最後舉一第三之例。新聞紙上常記載加尼福尼亞之「植物魔術師巴彭克 (Burbank) 之事。如栽培食用仙人掌植物於沙漠，以爲羊之食料，而變沙漠爲牧羊之地；造成無種子之李子，養成非常高莖之蝦蟇草莓等等。關於巴彭克之工作之傳聞，傳擴愈廣，愈形虛玄，美國之某學會，一時特爲詳細之調查，其結果則彼所爲之工作，任何遺傳研究者，皆能預料其如此者也。巴彭克到處採集人所不注意之植物，使之與本國產者相交配。彼對於選擇適於交配之品種，識別適於所欲之品種於多數實驗之中，選出適宜之遺傳因子之配合等事項，具有獨特敏銳之觀察眼。此即無意識的孟特爾術，決非魔術也。

然則人類將如何？人類所有之重要遺傳特質，亦與動物及植物之遺傳特質同，皆爲孟特爾式遺傳，此甚明也。然人類特質之遺傳，究爲與上述諸例同，皆爲簡單之孟特爾式遺傳，抑將從如後段所述複雜之規則而遺傳，茲姑置不問，試略舉人類遺傳之特質，則如次。頭蓋骨之形，如長頭形圓頭

形之類；額形，鼻形，顎形，齒之排列法，頭蓋骨與顏面骨之關係，身長，四肢與其部分之相關的長度，特殊之骨形如足之曲折等，腓骨筋，顏面筋等之特殊筋肉，眼瞼之特殊構造如目梢上向之眼，乳房之形與生殖器之特殊性，毛髮之形（捲毛與直毛），毛色，眼色，皮膚之色，早老或晚老，長壽性，產生雙生子之傾向，血液之特殊之化學的性質，頑健或病弱之體質，對於一切疾病之感受性，血液不凝症，糖尿病，關節炎，數十種之眼病，神經疾患，精神病，六指性，短指性，畸形之足，侏儒，聾啞等無限多數之遺傳疾病，卓越之天資，音樂之才能（巴赫(Bach)之一族即其好例）數學的才能等，皆其例也。舉例將止於此，在結論之章，將再詳述此中之二三，並論及遺傳特質，對於人類之發育上，有如何之意義。茲欲述者，假定有人類以上之巨人之存在，人類與巨人之關係，一如人類與家畜，則人類實施於家畜之交配飼育，巨人亦可於人類行之。其結果可作成含有某種遺傳特質之組合之人種，苟能如是，則智力甚劣筋肉發達之人，可育勞動之用，長壽性之腦髓發達者，可使之從事於發見發明之事業，肥胖美味者則充作食用人，而具有一切畸形之侏儒，可作巨人婦女玩犬之用矣。

第五章 染色體與孟特爾分離法則

孟特爾之分離法則，再加檢視，則可知次之事項為根本之點。(一)雜種之生殖細胞，自參與雜種形成之遺傳因子而言，為純粹之物，此中之因子，決無混合或融合之事。(二)在雜種之生殖細胞中，由雜種之兩親傳來之遺傳因子，為種種可能的配合，其結果各個之生殖細胞，各含有如此配合而成之一組。(三)各種含有不同因子之組成之生殖細胞，其數相同。(四)受精因偶然之機會而行。因此種類不同之雄性及雌性之生殖細胞，當行其可能的組合時，各有同等之機會。吾人今後將再注意於前章詳述之生殖細胞。其故因生殖細胞之中必藏有神祕之機構，而由此機構，一切組合之遺傳因子，乃悉能分布於生殖細胞故也。事實吾人業已闡明此機構，故茲將與既述諸事項連結之。

孟特爾自身，關於細胞分裂，成熟分裂，受精等微細之點，毫無所知，此等事項，至後始行發見者也。孟特爾法則再發見之頃，生殖細胞形成之微細順序，已早成興味之中心，不久孟特爾法則與細

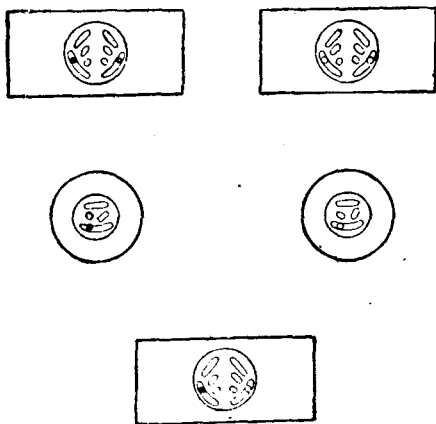
胞學之結合即行成立。此結合實爲其後遺傳學上之支柱，非常爲人重視。然其根本義可以一語表之，曰「孟特爾式遺傳因子，乃含有於染色體之中。」

生物之一切細胞，有定數之染色體，此等染色體在細胞分裂之時可得而認識。此等事實，已詳述於前，今可憶及之。吾人想起染色體每於細胞分裂之時，縱裂而分配於兒細胞，再當受精之際，卵細胞與精子細胞各有同數之染色體，但其數僅爲正規數之半。最後吾人憶及生殖細胞在能受精之前，行所謂成熟分裂，因此而其染色數，得巧妙的減半。於是吾人一如預期所及，知此成熟分裂者，實爲孟特爾分離法則之說明上，下一斷案者也。

試憶及第三章所舉之簡單的孟特爾式分離之一例，即紅花及白花之紫茉莉之例。遺傳因子者對於某性質爲常存之物，今假定決定花色之遺傳因子於此，此種因子存在於植物細胞內之一染色體中。此際爲更具體的計，最好假定遺傳因子爲一種莫名其妙之物質而其量爲一定之微量，植物之正在生長之花，因此得帶有一定之色。再假定此植物之染色體數爲八（實際並不如此，不

過爲圖解便利計假定爲八而已，受精之結果，生成之植物，皆如吾人所既知，四個染色體，來自母植物，四個染色體，來自父植物。開紅花之品種，此四個染色體中之一必含有紅色花之遺傳因子。但父方與母方皆有同種類之染色體之寄與，故各細胞之內，必有二個一定之染色體含有紅色之遺傳因子者。開白花之品種，亦完全與此相同，必有白花之遺傳因子。今以圖表之（第二十五圖，）細胞內共有四對之染色體，爲便於區別計，其大小各不相同——實際常有此事恰與此相當者已如前述——而含有花色之因子者假定其爲最大之一對。此以染色體中之孔表示之，黑孔爲紅花之因子，白孔爲白花之因子。如此則紫茉莉之一切細胞非如二十五圖所示者不可。

今交配此二品種。生殖細胞，無論卵細胞或精

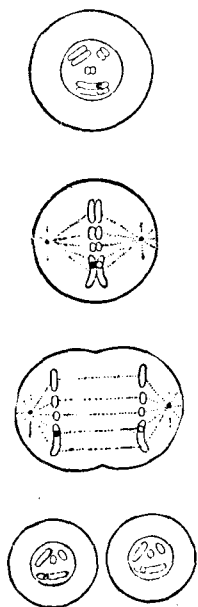


第二十五圖

子細胞，皆僅有半數之染色體，各種之染色體各有其一。兩品種之生殖細胞，關於其染色體，一如第二十五圖第二列所繪者。受精之際，兩者結合，產生雜種，此雜種之一切細胞中，自當各含有一個有紅花遺傳因子之染色體與一個有白花遺傳因子之染色體（第二十五圖第三列）為簡單起見，此後對於此等染色體，各名之曰紅染色體，白染色體。無論何人，不致因此命名而誤以此等染色體實際作紅色或白色者也。

欲從桃色之雜種，作成雜種第二代，不可不明此雜種之成熟之生殖細胞為何如也。何則，生殖細胞者，非經成熟分裂不可，由此而其染色體數乃得半減。吾人尚憶及來自父方及來自母方之同種染色體，成對整列，在成熟分裂

中，此成對者兩方之對手各自背行，遂各分向兩極。今所述雜種之生殖細胞內，苟發生染色體之成對並立，則「紅」染色體與「白」



第二十六圖

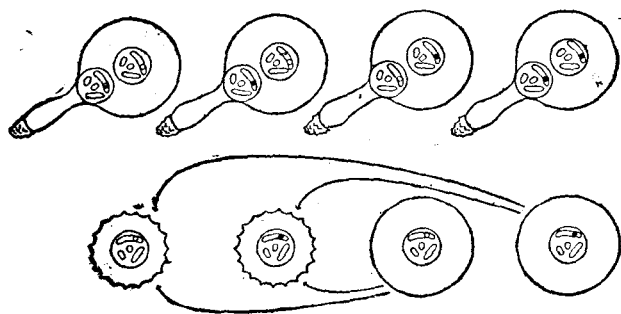
染色體，自當成對，苟對手互起分離，則紅染色體將至一方之極而白染色體將至他方之極。由此而在成熟分裂中生成二個細胞，其中之一，僅有紅染色體，其他之一，僅有白染色體，如第二十六圖所示。與此相同之現象發生於一切雄性及雌性之生殖細胞中，自不待論，故其結果，雜種之成熟卵細胞及精子細胞中，其半數有紅染色體，他之半數各含有白染色體。注意周到之讀者，於是已可悟孟特爾法則之主眼點業已說明矣。即生殖細胞之純粹性是也。蓋因染色體之如此分配，事實一生殖細胞，對於紅色因子爲純粹——此細胞無白因子——反之其他之一生殖細胞，對於白色因子爲純粹——此無紅色因子——故也。由此等決定的事實，可以理論的誘導出其他之事實。

雌性及雄性之生物所有之二種生殖細胞當受精之際，含有紅染色體之卵細胞是否與含有紅染色體之花粉細胞結合，抑與含有白染色體之花粉細胞結合，全出於偶然之機會。同樣，含有白染色體之卵細胞，亦可與二種花粉細胞之各種受精。但一個卵細胞僅能與一個花粉細胞癒合，故在上例，共有四種不同之受精種類，而其受精之機會各相等。單就染色體而言，紅染色體與紅染色體，紅染色體與白染色體，白染色體與紅染色體，白染色體與白染色體結合，其機會皆相等。是即吾

人所熟知之孟特爾分離，即得四分之一之紅，四分之二之桃色，與四分之一之白（第二十七圖）。如此孟特爾之分離法則，可以成熟分裂及受精之際染色體之行動說明之而毫不感困難，苟假定孟特爾式遺傳之因子，位於染色體之中。

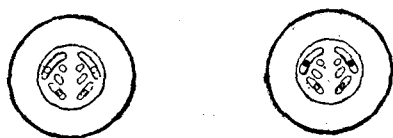
以上所述者，可簡稱之曰關於孟特爾遺傳之染色體說（chromosome theory of Mendelian inheritance）。吾

人須證明此說不但適用於一對之孟特爾式遺傳因子，即數對之因子，亦能適用。此等一對以上之個體中，各對之孟特爾式遺傳因子，其行動與單獨存在無異，故分離之際，各對遺傳因子間之一切可能的組合，恰與計算而得者同，此吾人既知之事也。今如欲以染色體中占有孟特爾式遺傳因子之說說

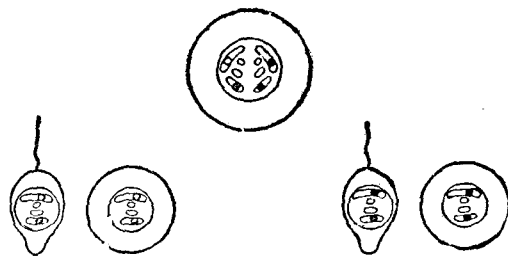


第七十二第

明此事實，則可引用有二對因子之遺傳例，即前述黑短毛與白長毛之豚鼠之交配。此動物之染色體數為八對。此多數染色體中，吾人特感興趣者，僅二對耳。其一對中占有關於毛色之遺傳因子即黑與白之位置，其他一對，則短毛與長毛之遺傳因子存焉。為簡便計，此等染色體可名之曰黑染色體，白染色體，短毛染色體及長毛染色體。為避去因多數染色體之存在致陷於混雜計，圖中僅假定有四對之染色體，而長毛染色體上，繪有斜線，短毛染色體上，則點有小點，黑染色體及白染色體上則各繪黑孔與白孔以區別之。兩親之品種即黑色短毛與白色長毛之一切細胞中之染色體之形狀，如第二十八圖所示。第二十九圖為成熟分裂後此等動物之生殖細胞中染色體之



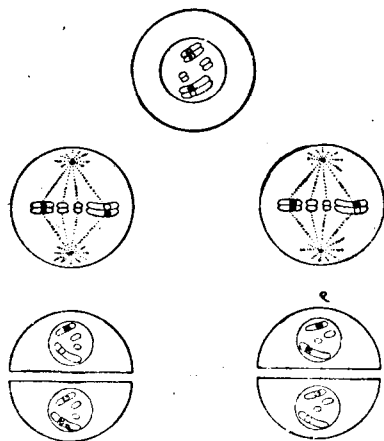
第 二 十 八 圖



第 二 十 九 圖

模樣。生殖細胞中（卵細胞與精子細胞同）除吾人不感興味之二染色體外，各含有一黑與一短毛之染色體及一白一長毛之染色體。由此等生殖細胞間之雜種形成受精——常以長形與有尾者表示精子細胞——發生 F_1 之雜種。其細胞如第二十九第二段所示。此雜種之全體細胞，共有個染色體，其中一對為黑與白，其他一對為長毛與短毛之染色體。

此雜種當形成生殖細胞之際，又發生一定之變化。再想起成熟分裂之順序，一對之染色體，成對整列，在成熟分裂時，此一對各對手互相分離，如第三十圖所示。圖中一對為黑白，一對為長毛與短毛。四對之染色體，為達成成熟分裂之目的起見，乃皆並立於生殖細胞之赤道面，次則各對之對手，分向分裂像之各極。細察此二對之染色體，其在分裂像之位置，共可得二種（第三十圖



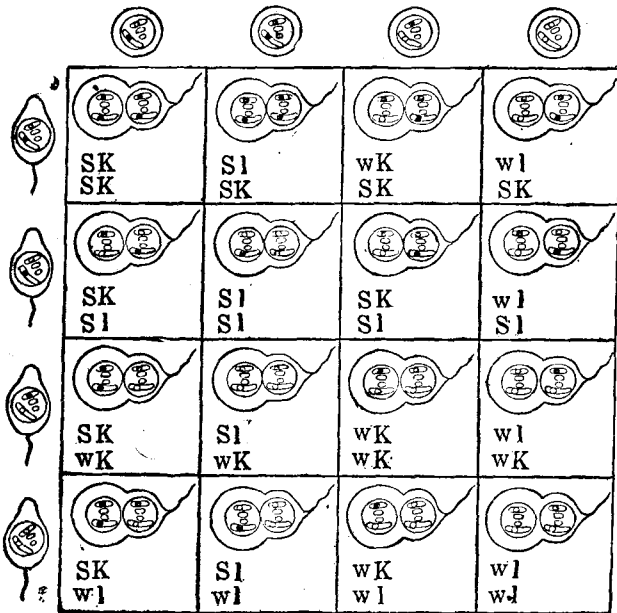
第三十圖

第二列) 黑與短毛同在分裂像之一側，故分裂之結果，同入一兒細胞中，如此同時白與長毛亦在同一之細胞。與此同時，亦有黑與短毛之染色體，在分裂像之反對側，分裂之結果，分入不同之細胞。白與長毛，亦與此同。染色體之對在分裂像中之排列，全出於偶然之機會，故白與長毛，黑與短毛，有排列於同側之時，亦有排列於異側之時，兩方之度數，應皆相等。雜種染色體之對，其對手各異，故每當分裂，必產生二個性質不同之生殖細胞。而分裂之方法，既有二種不同之法，故成熟分裂之後，全體共有四種種類不同之生殖細胞，平均同數存在，一如第三十圖所示。卽有黑與短毛之染色體者(一)，黑與長毛之染色體者(二)，有白與短毛之染色體者(三)，及最後有白與長毛之染色體者(四)是也。雜種之雌，產生此四種之卵細胞，同樣，雜種之雄，亦產生四種之精子，自不待論。

自此雜種第一代，產生第二代時，四種之卵，爲四種之精子受精。而某卵與某精子結合，則全屬於偶然機會之決定，故受精上應有 $4 \times 4 = 16$ 種方法之可能，其詳細如第三十一圖所示。以 S 與 W 表示黑與白(大文字示顯性特質)，同樣以 K 與 l 表示短毛與長毛，十六種受精可能性之下，各記入此等略字，示某種染色體之存在，如此則與前例二對因子存在時之孟特爾分離同一之表

成立。故此十六種雜種第二代，其外觀爲何如，不必再加說明，因此已詳述於前矣。今僅指明次之事項。即關於染色體之事實，與孟特爾分離之結果，甚相一致，故對於二對孟特爾式因子，祇須假定遺傳因子各存在於二個不同之染色體中，則已足完全說明遺傳之事實矣。

三對，四對及多對因子行孟特爾分離時，亦可加以與前例同



樣之說明，此無待多言者也。然則其極限如何？各個遺傳因子苟各在不同之染色體上，占其位置，則分離之遺傳因子，其數僅等於該生物所有染色體之對數，染色體對之數以上，無存在之可能。然而果蠅 (*Drosophila*) 僅有四對染色體，而人類僅有二十四對。然則此蠅僅有四對之遺傳因子而人類僅有二十四對之因子乎？此為不可能之事，自不待論。於是吾人非進而一探遺傳法則之玄妙之蘊奧不可。將於次章詳述新穎而有興味之事實。然在以上之敘述中已明示染色體對於了解遺傳現象上有若何絕大之意義矣。存在於細胞內之此微細部分，於吾人今後之敘述上占主要部之地位，蓋無足怪也。

第六章 染色體及遺傳之詳述

孟特爾遺傳因子，在染色中，占有位置，當成熟分裂之際，與染色體同時分離，此點為孟特爾分離之原因，已如前述矣。又互無關係之數對孟特爾遺傳因子，其分離之法則，完全根據於各對因子存在於不同之染色體上之一點。故某一生物互相獨立而行分離之孟特爾遺傳因子數，不得超過此生物所有染色體之對數，此為必然的，非此不可之事也。然一般遺傳因子之數，不得謂之與染色體之對數相等。因事實與此正反對，為周知之事。即其遺傳研究最為詳盡之果蠅，已判明有四百以上之遺傳特質，且此等特質，皆一一服從孟特爾法則而遺傳者也。而此蠅僅有四對之染色體。與此同樣，盛被賞用為試驗動物之鼠，驢鼠，豚鼠，兔雞，麝香連理草 (*Lathyrus odorata*)，金魚草 (*antirrhinum majus* L.)，玉蜀黍 (*zea mays*) 等其既知之孟特爾特質之數，遠多於其染色體之對數。同樣人類之遺傳特質，其稍服從孟特爾法則者，既知之數，亦較其染色體之對數之二十四為多。

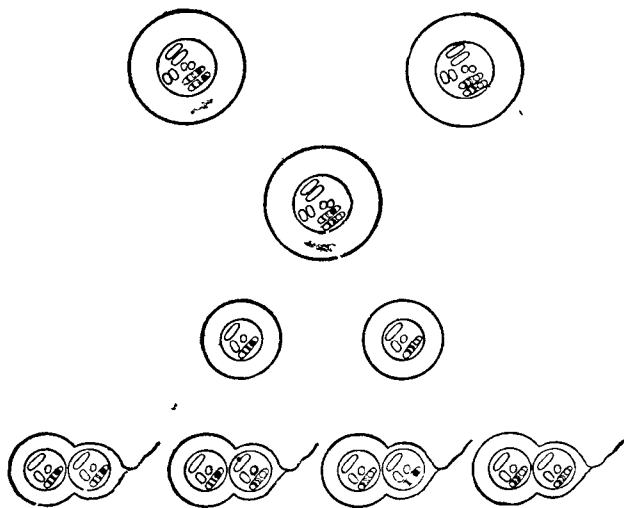
因此吾人不得不達到次之結論，即各染色體上占有多數孟特爾遺傳因子之位置是也。

上述之事項，對於遺傳現象，究有若何之意義，試鄭重考慮。染色體者，猶之運搬遺傳因子之車也。既如此比擬，則爲一個染色體所運搬之一切遺傳因子，必與此車同到達於一處，在成熟分裂之際，集成一團，因之在雜種形成之後，此等相關聯之一團體，恰如一個因子而行分離。試舉一例以說明之。關係果蠅之事，將詳述於後段，此蠅有多數之品種，與天然之野生種不同。其一品種無直翅而有曲翅。此品種若與直翅在交配，則直翅爲顯性，在雜種第二代，行普通之孟特爾分離，得直翅者三曲翅者一。此外尚有一品種，無正常之足而有曲足。此與普通者交配，亦行簡單之孟特爾遺傳，正常足爲顯性。尚有一品種，無正常之黑眼而具有紫赤色之眼者，此特質亦行簡單之孟特爾遺傳，黑眼者爲顯性。今取兼具此三品種之遺傳特質者，即曲翅曲足而有紫赤色眼之個體，與普通之個體即直翅直足黑眼者交配，則理論上三對因子，應發生孟特爾分離。在其雜種第二代，有八種不同之個體型，六十四匹中，應爲 27:9:9:9:3:3:3:1 之比而出現。然實際——後章對此稍加修正——爲簡單之孟特爾分離，直翅直足黑眼者與曲翅曲足紫赤眼者成三對一之比，分離之結果，與兩親相

同。換言之，此等三個遺傳因子，在遺傳上，不從蓋然率之理論為特質之新配合，而集成一團。其理由蓋因此等三因子，皆共存於一染色體故也。第三十二圖即示此種遺傳，似無須說明，即能了解也。

* * *

對於上例，再略加考察。今假定不得不研究次例。人類在遺傳上有種種饒有趣味之不同的外觀上之特質。若不能使有此等特質之人與不具此等特質之人交配，則自然不能研究此等特質之遺傳。但姑假定此等研究為可能。而此等外觀上之特質，遺傳



■ 二 十 三 第

上集成一團，恰如一個遺傳因子，行簡單之孟特爾分離。如此吾人假定此多數之遺傳因子，存在於同一之染色體內而說明之可乎。未可。何則，假定此時實際僅有一遺傳因子之存在，因此因子而發展多數之特質，如此解釋，亦無不可故也。以上所述諸例，皆為染色體中某一定之遺傳因子與某一定之外部特質相當之例。但實際一個遺傳因子，雖發現一易被認識之主要的外部特質，然往往此外尚與不易認識之諸特質相聯結而出現，此種事實，常為人所觀察者也。甚至惟一之遺傳因子，意能引起身體全部中無數之微細變化。前舉之例，究為惟一遺傳因子存在之故，抑為多數因子同存於同一染色體中，故發展多數之特質歟，其原因殊未易斷定。然苟有數人於是，每人各具有諸特質之一，而調查之結果，每個特質，皆為簡單之孟特爾式遺傳，則其時始得謂此等諸形質，皆由於存在於同一染色體中之多數遺傳因子而決定者也。

* * *
多數因子存在於同一染色體中相隨遺傳之現象，今後名之曰連鎖遺傳 (Linkage) 或曰 coupling (牽引)。此等現象苟明瞭，則由此可得有興味之結論。假定有一生物於此，其數百之遺

傳因子，吾人皆知其一為簡單之孟特爾遺傳。然後可行次之實驗。使此等之遺傳因子之一對與其他之一對交配而配合之。如此則此實驗之結果，不出於二途。此二對之因子交配後，行孟特爾分離，在其雜種第二代，為 $\frac{9}{16} : \frac{3}{16} : \frac{3}{16} : \frac{1}{16}$ 之比數而分為四型。此時可知二對之因子，在不同之染

色體上，占有位置。若在雜種第二代，行三對一之簡單的孟特爾分離，則二對因子，與施行交配時同稱，集成一團，即發生連鎖關係。此時可知此等因子，存在於同一染色體中。今如有四對染色體之生物於此。行數百次實驗後，得知次之事項。今名吾人所研究之多數特質及其原因之遺傳因子之對為 1、2、3、4 等，而一檢視此等因子中二對關係之交配。例如 1 為赤眼對紫眼，2 為直翅對曲翅。關於 1、2 兩對之交配實驗，假如得三對一之普通孟特爾分離，則其時 1 與 2 可謂同存在於一個染色體中。然而 2 與 3 之交配，發生具有二對因子之孟特爾分離，其比率為 9:3:3:1。此時 2 與 3 非在不同之染色體上占有位置不可。此後之實驗，假定其結果左如。

$$1+2=3:1$$

——同一染色體

2+3=9:3:3:1 || 不同染色體

1+3= " || "

1+4= " || "

3+4= " || "

1+5= " || "

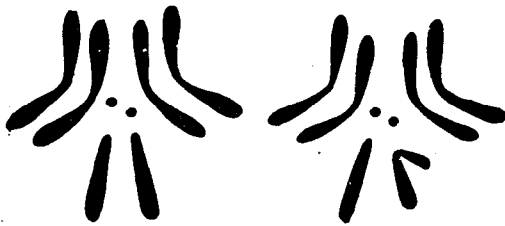
3+5= " || "

4+5= " || "

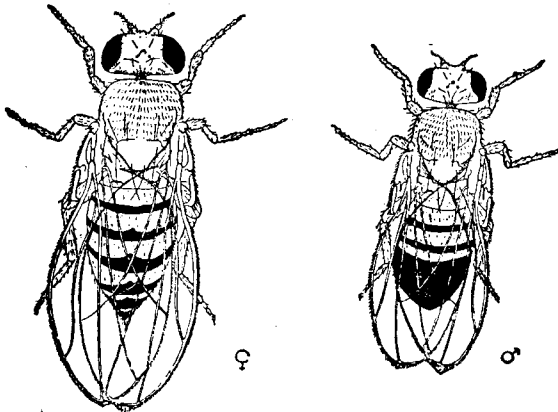
由此可知1與2共存於同一染色體，反之3則存於與1與2不同之染色體中。今名含有1與2之染色體爲I，含有3之染色體爲II。又4不但與1不共染色體，且其存在之染色體與含有3者又不同，故名含有4之染色體爲III。最後之5，其存在之染色體與3及4皆不相同，故不得不謂之在IV之染色體中。如此情形，研究數百之因子，可知此等各存在於染色體I、II、III、IV中之某一個。

今所舉之例，並非空談，實為實有其事之實例。上述之果蠅，其遺傳因子，不下四百，皆經研究，發

見事實形成四個連鎖部類，且僅限於四個部類。不但是屬於連鎖部類之因子數，亦與染色體之大小相當。第三十三圖，示此蠅之染色體。其中有特別細小之一對，而實際此對中僅有少數遺傳因子之存在，已得實驗上之確認。孟特爾式遺傳因子，存在於染色體中，由此更得確



第三十三圖



第三十四圖

實之證明，此毋庸多言者也。

如此吾人已到達新遺傳學最有興味之發達之一點矣。此發達幾全由於果蠅（第三十四圖）之研究而達到者，然已獲得各方面之贊許矣。此發達對於染色體之組成與意義，予以徹底的知見者也。爲便於了解此發達計，有先回歸至簡單之孟特爾遺傳例之必要。先回憶研究人類遺傳上特感必要之反交，即雜種與其親代之交配。今名一親方之顯性遺傳特質曰AA，對於此他方之隱性特質曰aa，則F₁雜種之特質爲Aa。此等雜種，苟與一方之親代交配，則非AA×Aa，即Aa×aa，此所謂反交是也。而Aa之雜種，既名曰異型接合子，純粹之親代，皆稱爲同型接合子，則由此命名言之，反交者，不外於異型接合子（Aa）與顯性同型接合子（AA）或隱性同型接合子（aa）間之交配。今有二遺傳特質之異型接合之雜種於此，則此爲AaBb，可使此二重之異型接合子與純粹隱性之親代行反交。次將檢查此反交之結果。

二重異型接合之雜種產生四種生殖細胞，即A、a、B、b間，發生同數可能的組合。換言之，AB、Ab、

aB、ab之四種生殖細胞，皆同數產生。此等生殖細胞與純粹隱性者受精，即與含有ab之細胞受精。故受精之際，產生四種同數之組合，即 ABab, Abab, aBab, abab 是也。顯性存在之時，隱性之遺傳因子，不發生任何影響，故此四部類之個體，其外觀上恰似僅有 AB, Ab, aB, ab 之遺傳因子者同。然此等不外於造成雜種之四種生殖細胞。故由此等雜種與純粹隱性之親代反交而生成之型，得知雜種之生殖細胞，含有若何之特質。再取一實例。假定黑色短毛之豚鼠與白色長毛者交配。其雜種為

| | |
|---|---|
| 黑 | 短 |
| 白 | 長 |

因顯性出現於外觀，故此雜種有黑色短毛。使此雜種與二重隱性之親代

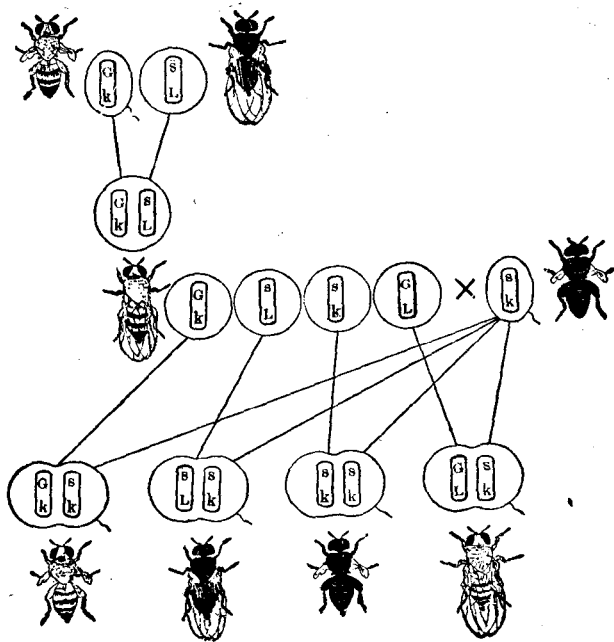
即白色長毛者行反交，則雜種產生四種生殖細胞，即黑——短毛，黑——長毛，白——短毛，白——長毛。是也。而二重隱性之親代，則僅生一種白——長毛之生殖細胞。兩者交配之結果，產生四種同數之個體，

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 黑 | 短 | 黑 | 長 | 白 | 短 | 白 | 長 |
| 白 | 長 | 白 | 長 | 白 | 短 | 白 | 長 |

是也。此際因顯性（以粗大字表示之）之關係，個體為黑——短毛，黑——長毛，白——短毛，白——長毛，此等個體，含有雜種之四種生殖細胞之一種。是故自反交之結果，得知雜種生殖細胞之性質。

今且「書歸本傳」凡前述之結果，必也各種遺傳因子，各存在於不同之染色體中時，始能獲得。若存在於同一之染色體中，則所得結果與此等因子恰如一個因子者相同。即雜種僅產生二種之生殖細胞，此中含有相連鎖之遺傳因子。故雜種 $AaBb$ 僅能產生 AB 與 ab 之生殖細胞，不能生成 Ab 及 aB 之生殖細胞。其故因 A 與 B 或 a 與 b 共存於同一染色體內故也。今如就果蠅之遺傳性質，行此類之實驗，則反婚之結果所生之蠅，大抵如預料所及，然亦有若干之蠅，出乎預料之外，意外行不應有之特質配合。今舉實例以明之。一染色體中，其他諸因子之外，尚有二對之因子，其中一對，為決定蠅之體色者，其他一對，則決定翅之形狀。普通之果蠅，體為灰色，苟以有黑色體色之品種，與之交配，則灰色對黑色為顯性。又普通之果蠅，皆有長翅，苟取有棒狀翅之品種與之交配，則長翅為顯性。今以 G 為顯性灰色之符號，而以 g 代表隱性之黑色， L 代表顯性長翅， k 為隱性短翅。若以 G 與 g 及 L 與 k 表示決定此等性質之遺傳特質則更佳。茲使兩種之雜種之雄與二重隱性者即黑色而有棒狀翅者交配，則生灰色長翅之個體與黑色短翅之個體，而二者之數相

等。第三十五圖示此實驗之經過與結果。上段爲此實驗之親代動物，左方者黑色短翅之雄，右方者灰色長翅之雌也。其傍繪有此等動物之生殖細胞中之一染色體，其中各含有遺傳因子 $s-k$ 及 $G-L$ 。第二段之左方，表示此交配結果所生雜種之一雄。此雄因顯性之關係，故體作灰色而有長翅。其上繪有此動物之一對染色體，其中含有既述之諸因子。此雜種



第三十五圖

之右方，繪有所生之二種生殖細胞，此與前同，僅表示吾人興味所在之一個染色體，其他三個，概行略去。第二段之右方有黑色短翅之純粹之雌，方與上記雜種之雄行反交，其左方爲此雌之卵。此卵皆相同，染色體中，含有 $s-k$ 之因子。自此等生殖細胞出發元線，表示此等生殖細胞間所發生之二種受精可能性。此受精之結果，產生同數——下段——黑——短翅及灰——長翅之蠅。此爲兩個因子共存於一染色體時所預料之結果也。

然而同一實驗，反覆舉行，反交時不用雜種之雄而用雜種之雌，普通交配上無論何者爲父何者爲母，大抵可得完全相同之結果，惟此時其結果全然不同，豈非可驚之事實乎。第三十六圖示此事實。第一段繪有與前實驗完全相同之兩親。第二段爲雜種及此與純粹隱性者間之交配，此處表示與前實驗（第三十五圖）不同之點。在前實驗中，雜種之雄與純粹之雌行反交，此處則雜種之雌與純粹之雄反交。第三段表示反乎預期之結果。蓋由此分離四種生殖細胞，一若諸因子皆存在於不同之染色體者然。即個體有黑——短翅，灰——長翅，灰——短翅及黑——長翅之四種產生。故雜種之雌，可謂與預期相反，不生二種之生殖細胞，而產生四種之生殖細胞。雜種之雌之生殖細

胞之染色體，繪在第二段雜種之傍，事實GL與sk既各存在於同一染色體中，則必一對之染色體間行因子之交換，由此而發生不應有之生殖細胞，其染色體中遂含有Gk及sL之因子。今假定此雜種之含有二對因子之染色體，可表示如左。

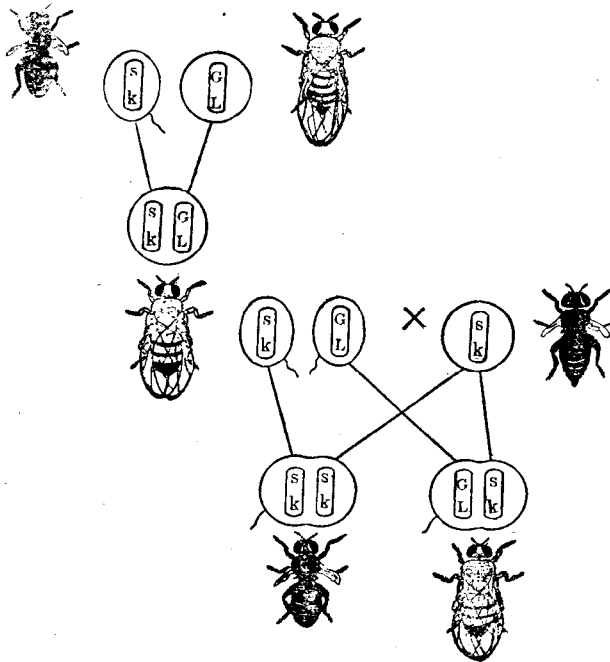
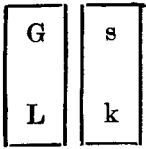
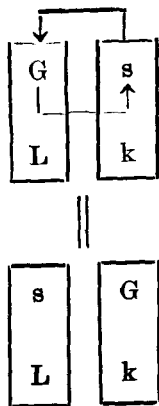


圖 六 十 三 第

因子G或L，以某種方法，在雜種之生殖細胞形成之際，捨其固有之位置，移至其姊妹染色體上，時其姊妹染色體中之因子s或k移至第一之染色體中，如左圖所示。

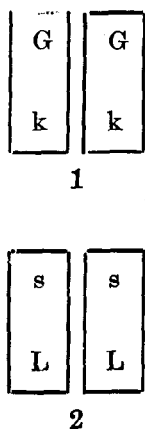


此顯著之過程，名曰姊妹染色體間因子之交換 (crossing over)。

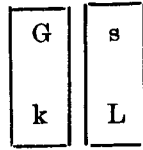
第三十六圖最下段之左方為預期中之二型，其右方則為因子之交換而產生之望外之二型。吾人所深知者，二對之因子各存在於不同之染色體時，則行反交之結果，可得同數之四種不同之個體。然則因子交換之結果若何？此際則不然，預期中之個體，殊屬多數，而預料之外之個體，則極占少數，此重大之事實，業已分明。前所舉之例中，結果得四一、五%之黑色短翅者，四一、五%之灰色長翅者，而黑色長翅者，與灰色短翅者，僅各得八、五%而已。換言之，雜種之雌之生殖細胞內，因子之交換，比較的為稀罕之事，大抵諸因子，皆同在一染色體。吾人在此章之開始，曾言與二重穩性

者之反交而產生之個體，與雜種之生殖細胞同一性質，故由此結果即可知生殖細胞之性質云云。故吾人對於正在討論中之雜種，亦確能斷言其有下記之生殖細胞。即四一、五%之卵，其染色體中有G L之因子，八、五%之卵，有G k之因子，四一、五%之卵，有s k之因子，八、五%之卵，有s L之因子。尚有一重大事實，不可不言之者，即此等百分率，在同一品種間，雖經多次反覆之實驗，而結果常同是也。

如此已進而到達重要之點矣。吾人於前實驗中所用之一品種，對於兩顯性因子為純粹接合者，其他之一品種，對於兩隱性因子為純粹者。今取種類不同之二品種，在同一染色體中，有顯性之因子與隱性之因子，且二者各有其一。即取純粹同型接合之灰色短翅與黑色長者為親代之動物，其遺傳特質，簡單表示之，即為GGkk及ssLL是也。又如前例以染色體模式圖表示之則如左。



此二者交配後，得一有如左組成之染色體之雜種。



又使此雜種與純粹隱性者反交。其結果又得四種不同型之個體。於是又不得不認為發生因子之交換。而其百分率亦相同，即預期之個體，共計有八十三%，灰色短翅與黑色長翅者屬焉。是即與本實驗所用

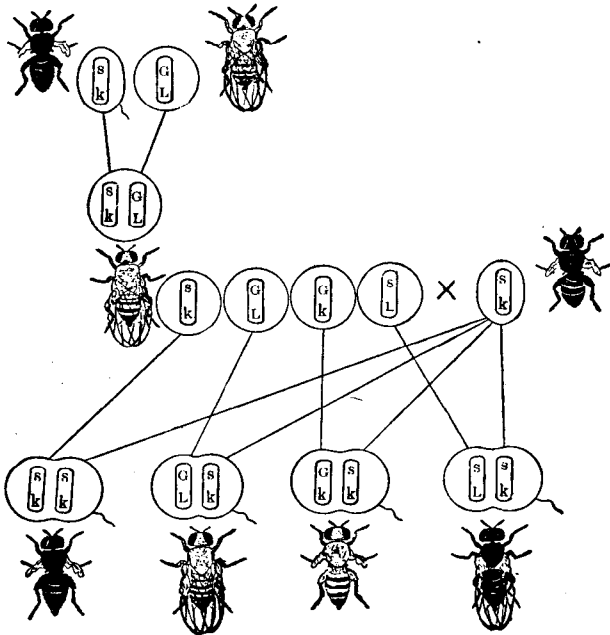


圖 七 十 三 第

之親代動物相同者也。尚有十七%之預期以外之個體，灰色長翅與黑色短翅者是也。故在此例，因子之交換，亦有時發生，與前例正同，不過染色體中因子之組成稍異，一顯性因子與一隱性因子共存耳。以上之事項，表明因子之交換與其特殊之百分率，為該兩對因子特有之物，無論以何種方法使合於雜種之中，亦常相等者也。上例表示於第三十七圖中。此圖經如上之詳細說明，當可明瞭矣。

於是又到達一有趣味之事實，今擬進而說明之。如發生黑色體色或棒狀短翅等之遺傳因子，在與醫學研究用之免相當之理想的實驗動物果蠅中，所知者幾近五百——如何得知等事項詳後——而此等遺傳因子，皆供同一實驗之用。實驗之際，若二對因子同存在於一染色體上時（即不為普通之孟特爾分離），則其行動，與前例完全相同，在多數生殖細胞之染色體中，兩因子與其親代動物中時同樣，存在於一處。然多數例中，有一定之比率，染色體之區劃打破，而行因子之交換者。此時之百分率，對於一定之二對之因子，皆有一定。第一例合計為十七%，其他之二因子，或為三十三%，或為三、五或八等零與五十之間之數字，同二對之因子，則百分率常同。於此不可不樹

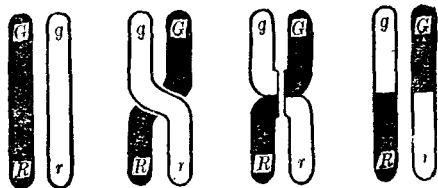
立一值得注目之法則。

此法則若再闡明一點，即可自明。今如赤眼之遺傳因子與小翅之遺傳因子作以上所述之同樣實驗，則發生三%之因子之交換。更就小翅與黑體色之遺傳因子行同樣之實驗，則得七%之因子交換。再後對於赤眼與黑體色之遺傳因子，行同一實驗，則結果因子交換之比率為十%。故赤眼對小翅為三%，小翅對黑體色為七%，而赤眼對黑體色為 $7 + 3 = 10\%$ 。即相異之因子之對間之交換數值，有極簡單之數的關係存焉。同樣之實驗，就其他因子對行之，亦得同樣之結果。可知此處非有法則潛在不可。

發見此現象之人，其所予之說明，非常簡單。像想染色體如一線，而遺傳因子，則為微小之物質塊，其在染色體中之形狀，恰有一串之真珠以線連成在排列於染色體之中。染色體為成熟分裂之準備時，來自父方及母方之染色體成對並列，此時往往如第三十八圖所示，與對手交叉。此時二染色體有黏着之可能。但其次為完成成熟分裂計，二者分離，當此之時在黏着之處，為錯誤之裂開，一染色體之上部，遂與他染色體之下部成爲一體，此為可能之事。以上參照第三十八圖，甚易分明。此圖

中自左至右，表示變化之順序。最初一對相並立之染色體，即黑與白是。黑為來自雜種之母方者——茲所論者為雜種之生殖細胞內所發生之順序——含有顯性遺傳因子G與R。白則來自父方，含有隱性遺傳因子g與r。交叉與黏着，發生於第二圖所繪之裂痕之處。於是染色體再行分裂各個染色體之一端，黏着有不同之部分，其結果黑白各半之一對染色體於是成立。如此染色體之各半互相交換，則其中所含之遺傳因子，當然隨之交換，原來一染色體中有G與R而他染色體中有g與r，今則一方含有G與r而他方則含有g與R矣。是實不外於既學之遺傳因子之交換。

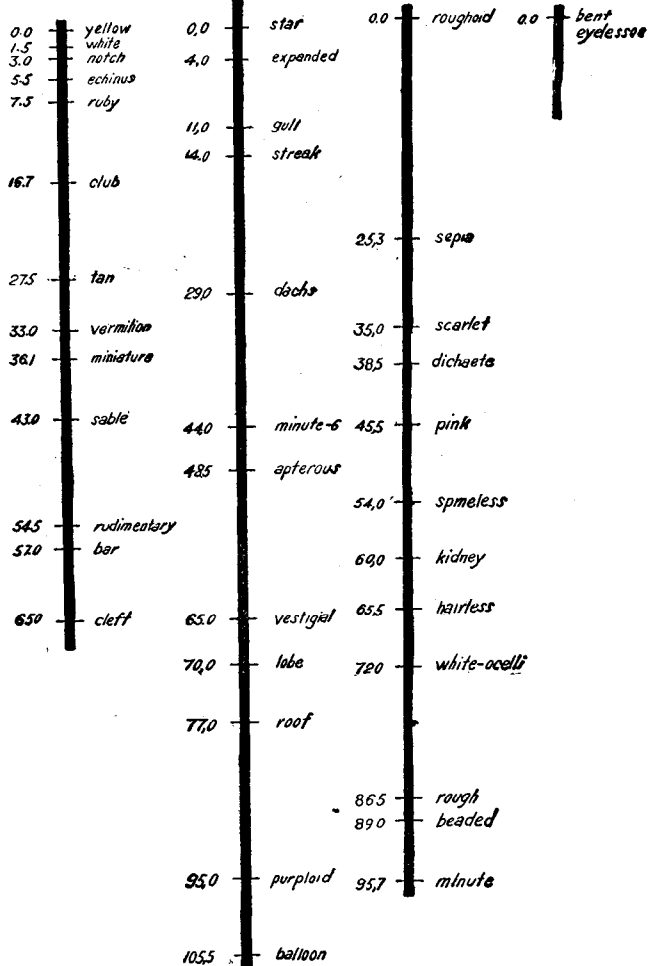
再討論二染色體之黏着點。黏着點並無非適居染色體之中央不可之理由。此點無論在何處，概無不可，何處發生黏着，全出乎偶然之機會。故能成為黏着點之蓋然率，在染色體之任何一點，均



第三十八

爲相等。今沿染色體之全長分爲百等分，而想像各部各同樣得爲黏着點者。假定一遺傳因子存在於第五等分之區域中，而另一遺傳因子則在第九十五等分之處。如此則二者之間，得有百中之九十之黏着點之可能性。若第五區與第二十五區各存有因子，則此二因子間之黏着點，僅有十五之可能性。最後若一因子在第五，另一因子在第七，則若欲黏着點適在此中間，百之可能性中僅有其二。換言之，染色體中之二遺傳因子，遠隔愈甚，則兩者之間發生黏着與交換之機會亦愈大。反之如兩者愈相接近，則發生黏着與交換之機會亦愈少。因此可下結論如下。多數實驗例之中，一雜種之生殖細胞之染色體對之間，如發生因子之交換，且表示甚高之百分率時——例如三十%——則可謂該二因子在染色體中互相遠隔。然而若其他因子之交換百分率甚低，則此等因子，必互相接近。二因子間之交換百分率，常有一定之數值，故可以此值爲測定染色體中因子間距離之尺度也。

此種距離，自非實際所能測定者，不過相對的距離而已。故不能謂A與B之二因子間，有一耗之千分之若干之距離。但實驗例中，發生5%之交換之兩因子，較之僅有一%之交換率之兩因子，其相隔之距離，當大五倍。故以一%之交換數值爲計算上之單位，可斷言如次。以A因子在染色體



之一端，與B因子若爲一%之交換，則B應居第一點上，A B間之距離與單位相等。B與C之間若發生六%之交換，則以A B間之1爲單位計之，C當存於第7點上。諸如此類，苟知一染色體中諸因子之交換百分率，則可繪就染色體中諸因子所在位置之地圖矣。事實對於果蠅之染色體地圖 (chromosomes map)，已有極精細之研究，而對於其他動植物，亦已在着手中。此等圖概如第三十九圖所示，此圖爲避去混雜計，僅在已「認定」之諸因子中，擇其少數錄入。其最顯著者，至今所發見之因子間之距離與由此推定之染色體之長度與果蠅之大小不同之染色體之實際長度，頗爲一致是也。

如此，生殖細胞中之遺傳物質，一若可取諸手中而研究，豈非大可驚異之事乎。特須力說者，染色體與遺傳之關係，既如是其密切，則其組織之各部分，或有非以新石換去朽腐之石不可之事，然其意義決無變更，此爲必然之結論也。

以上所述之法則，對於一切生物，皆可適用，自無疑義。雖然如在果蠅之例，對於五百對之遺傳

因子，加以完全之分析，歷三十代至四十代，就幾百千萬之個體，不倦不撓，繼續飼養，此等工作，在他之生物，決非容易實行者，此無可疑者也。更若考慮及於人類遺傳之研究，則全無實驗之可能性，故欲將加於果蠅之分析，施之人類之家系時，則將直面何種絕望的困難，今更能了然矣。人類之遺傳，不能加以簡單之分析，僅可取由適宜材料而得之結果與之比較推論而已，此亦無待多言者也。

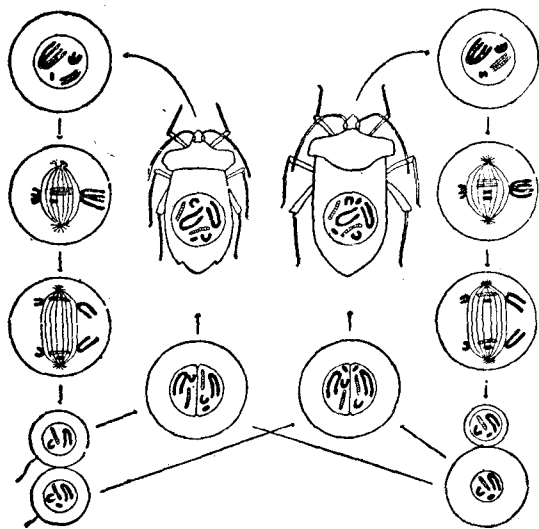
第七章 性染色體與伴性遺傳

染色體中，遺傳因子，占有位置，此爲可驚異之現象。然細胞內此微小之部分之神祕，尙不止此。今且再回憶關於染色體之知識中二三主要之點。吾人知一生物之細胞，其染色體之數，常有一定。此規則之惟一之例外，厥爲生殖細胞，此在成熟分裂時，半減其數。然雌雄之生殖細胞行受精之際，各貢獻其各種染色體，受精要之不外於卵核與精核之癒合，故典型的染色體數，在由受精而生之生物，常爲一定也。

有此原因，故當於椿象 (*anania*) 及蚱蜢 (*oxya veron*) 之未成熟之精子細胞中發見最初之奇數染色體時，其驚異爲何如，蓋可想像而知。此發見之後，經種種錯誤之解釋，最後始行明確，而同時始發見決定雌雄性之機構。

第一仔細考察古典的椿象之事實。關於此動物所發見之事項，一目了然，表示於第四十圖。上段繪有雌雄之椿象其動物體中繪有一個一切細胞所特有之核，表示其染色體之狀態。雌之一

切細胞，各具有八個染色體，此等染色體可以其大小區別之，整立成四對，各對各因所繪點線之同，甚易認識。此等染色體之對，一方來自父方，他方來自母方，箭頭之方向，由上而下，表示卵之成熟分裂之順序。此與以前所述，毫無不同之點。即父方與母方之染色體成對，在成熟分裂之赤道面，各自分離。因成熟分裂之結果，各對染色體之對手，各自分離，而造成二個之成熟細胞，此二個細胞內，各種染色體



第四十圖

各有其一，即共得四個。如此情形，一切之卵細胞成立。

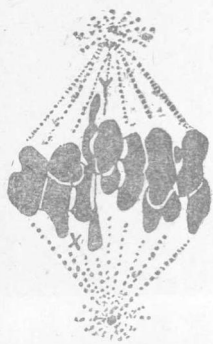
左方之上，繪有雄動物，此個體之內，有奇數之染色體。一切細胞之內，僅有七個染色體。故在此例，雌與雄可以其染色體數之差而區別之，雄之一切細胞，其染色體之數較雌爲少。若詳細觀察染色體之形狀，則大形馬蹄形者一對，小形馬蹄形者一對，灣曲棒狀者一對，而最小，圖中以黑點表示之者則僅有一個。此僅有一個之染色體，在最初發見之時，因其性質不明，故名之曰 x -染色體，(x -chromosome)。今試自左上而下追究精子之成熟過程，則可見此等之染色體，亦爲成熟分裂之準備而成對整立。但 x -染色體僅單獨一個，不能與對手並立。故不得不獨立進行成熟分裂。及成熟分裂，各對染色體之各對手，皆向兩極分離時，惟 x 染色體，不起分離，單獨向兩極之一方進行。故成熟分裂之結果，產生二種精子細胞，一方含有 x 染色體，他方無之，前者有四個之染色體，後者則僅有三個。

於是吾人回憶卵細胞之染色體，每細胞各有四個染色體，其中有小而黑者即 x 染色體是也。受精之際，此卵與有 x 染色體之精子及無 x 染色體之精子，皆同有受精之可能，且此二種精子細

胞各有同數之存在，一方又無強於他方之理由，故由兩種精子受精之頻度，可謂相等。即第一——參照圖之下段——有四個染色體即 $3+X$ 之卵，與有同樣四個染色體 $3+X$ 之精子細胞受精，其結果受精卵及由此而生之體細胞，各有八個染色體即 $6+2X$ 。其次有四個染色體即 $3+X$ 之卵與有三個染色體（無 X 染色體者）之精子細胞受精。其結果受精卵及由此發生之體細胞皆有七個染色體，僅含有一個 X 染色體。然七個者，雄之染色體數也。換言之，兩種精子細胞，決定雌雄之性。有 X 染色體者決定雌性，無此染色體者，決定雄性。 X 染色體即性之染色體 (sex Chromosome)。有二個 X 染色體者為雌，有一個者則為雄也。

是實為可驚歎之知見，發見後幾千百回之實驗而確定者也。此等性染色體，其後在種種之動物部類中發見，上及於人類，且雌雄分立之多數植物體中，亦有其存在，故生物之子女，大都半數為雌半數為雄，對於此事實，其實在於此等性染色體，此無可疑者也。性染色體之形狀及其行動，若就各種動物，分別檢查時，則各有微細之差異，然苟憶及各種動植物中其他之染色體各有種種之差

異，則此無足怪矣。此種微細之差異之中，最爲重要而常見者如次。前例中雄者較雌者少一染色體，其原因在於僅有一個性染色體即 x 染色體，其對手無此 x 染色體故也。吾人所常見者，雌雄兩性皆有同數之染色體。然仔細檢查之結果，雌體之一切染色體，相同之染色體各自成對，與以上所述者無異，而雄體之染色體中，僅有一對，爲大小不同之二染色體所造成。此一對之染色體——此一對皆爲性染色體——其一與雌之 x 染色體毫無二致，其他之一個，則較此爲小，通常形狀亦不同。此 x 染色體之對手形狀不同之染色體名曰 Y 染色體 (Y-chromosome)。故在此例，雄之個體，有 x 及 y 染色體，而雌則有二個染色體。此外則與他例完全相同，無 x 染色體之處，今有一 y 染色體而已。故在此例，雄有二種之生殖細胞，在成熟分裂之際，y 染色體與 x 染色體，互相分離。即生成有 x 之細胞與有 y 之細胞。受精之後，發生有 2x 之受精卵與有 xy 之受精卵。前者爲雌，後者爲雄。有 y 之精子細胞——與前例無 x 者同——決定雄性。人類之性染色體，即屬於此型。第四十一圖，



第四十一圖

即爲含有特殊xy之對之人類精子細胞中之染色體之圖也。

次之事項，有可注意之價值。以上所述之諸例，雄僅有一個x染色體而雌則有二個事實，多數之動物之部類，類皆如是，椿象、蚱蜢、魚、爬虫、哺乳動物、人類及已經研究之植物亦然。然最顯著者蝶及鳥之二類，適與此相反，雌僅有一個之x染色體，而雄反有二個x染色體。此外諸點，則此二部類之動物，亦與以上諸例同，所不同者，惟雄性與雌性相反而已。故雄僅產生一種之精子細胞，皆具有x染色體，雌則產生二種之卵細胞，其一種含有x，其他一種，則不具x（或有y）者。即產生決定雌之卵及決定雄之卵。何故有此正反對之現象，何故此現象僅限於蝶類與鳥類，則至今科學上無令人首肯之說明，不過僅承認有此事實而已。

關於性染色體，在深入之前，試述一短小之插話，世間流布有種種架空之談。性之決定，亦非例外。子女之性別，與兩親中意志之堅強者或有較強烈之熱情者相同云云。此等可笑之思想，屢見不

鮮。然而確知性染色體之作用與其依蓋然率之定理而定之自動的機構者，對於此種毫無足取之迷信，恐無人置信矣。然吾非敢謂此機構毫無變動者也。決定雄性之精子細胞與決定雌性之精子細胞，雖同數產，然苟一方易於受害，或因何種故障，受精為所妨害則他方之精子細胞，完成受精之度數較多，故其子女中，表示兩性中之一方者較他方為多。即機械的機構，能被各種之影響然此必須具有 $2x$ 與 $1x$ 後方可。

再論性染色體。今擬檢視二三特殊之例，一觀其雌雄之性，如何決定。蜂之生活史，盡人皆知。蜂之團體中，有受精之結果而生之雌，即女王（queen）與職蜂（worker），及未經受精而生之雄，即惰蜂（drone）。女王產未經受精之卵，——即所謂處女生殖（parthenogenesis）。——此等未受精之卵，孵化後必成為雄。女王又能產已受精之卵，此卵發育後必為雌，即職蜂或女王。此現象與以前所述者，似正反對。試檢查其生殖細胞與染色體，則知雌有三十二個染色體，其中二個雖與其他之染色體不能區別，然其為 x 染色體無疑，但雄蜂僅有十六個染色體。此實為當然之事，因成熟分

裂後，卵細胞僅有十六個染色體，雄既爲卵之未經受精而發育者，故其染色體數，亦僅有十六而已，此十六個染色體中，一個爲 x 染色體。然則精子細胞之染色體亦爲十六個，成熟分裂將如何，此大引起吾人之好奇心者也。但實際此精子細胞與其他之精子細胞反對，決不行成熟分裂。故即保有其共計十六個之染色體，而其中之一個，即爲 x ，故決定雄性。因處女生殖而產生雄體，精子細胞不爲成熟分裂，得與性決定之型式，完全適合。即 $2x$ 爲雌， x 爲雄是也。

較此更堪驚歎者，厥爲二三複雜之例中性染色體發揮其功能之情形，今述其中之一。動物界全體中特在昆蟲類，兩親往往不產生與已同樣之個體，不行普通簡單之生活環，而行伴有世代交替(alternation of generation)，與其境遇相依賴之複雜之生活環(life circle)。此等生活環中，往往有與其雌雄性相關之特殊事項。今舉蚜蟲(aphids)之例。越冬之卵，至春孵化，則常發生雌性個體。在此時期，一般無一匹雄體之存在。然而越冬之卵，必孵化爲雌者，其中非有原因不可。此種雌體產卵，卵亦未經受精而發生，且由此發育之個體，亦必爲雌。此等雌體又產生未受精之卵，卵發

育後，必全為雌。如此情形，經過夏季，一至秋季，則忽自未受精之卵，發生雄體又發生雌體。此時雌受精而產受精卵，此卵即此敘述開始時所述者，越冬而至翌春，又專產雌體。此實為顯著之事，然更顯著者，則此處亦有性染色體之干與是也。

今詳細追究第四十二

圖所表示之染色體之關係。敘述之初所述春季產生之雌，其所有細胞，共有六個之染色體。於蚜蟲之圖中繪有有染色體之一核。圖之中央

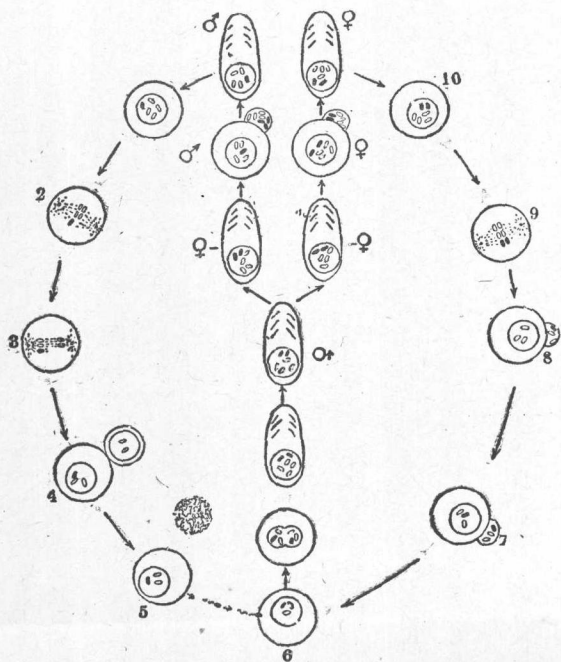


圖 二 十 四 第

爲元始之親代動物。六個染色體中，僅有二個爲黑色者，此二個爲雌之性染色體。此雌以處女生殖法產生有同一染色體之組成之雌（順箭之方向，次圖。）何以得如此之結果乎？卵之成熟分裂，照例染色體數須行減半，而卵苟未經受精，則非保持其半數之染色體不可。但因處女生殖而發育之卵一般不爲成熟分裂，此故謎可以解決。是故染色體之組成不變，而因二個X染色體決定雌性，故此未受精之卵，產生雌體。此等現象，夏季中繼續發生。及秋此常含有六個染色體其中二個爲性染色體之雌，不經受精而產生雌體與雄體。此際卵中究發生何種情形乎？圖中繪有產雌之雌與產雄之雌二者，其上方則繪有發育爲雌及雄之卵。此際須回憶前章所述之事。卵之成熟分裂時所生之二個細胞中，一方較爲小形，終至消失，又此際行二次之分裂，其中之一，與普通之細胞分裂無二。以上二點與精子之成熟分裂，略異其趣。但在此處女生殖的發育之卵，並無染色體數半減之正規的成熟分裂，僅爲普通之細胞分裂。今雌生卵時，此細胞分裂，毫不發生異狀，卵中含有六個之染色體，而終將消失之小細胞中，亦因普通之細胞分裂，得有六個染色體。然而發生雄之雌體中，則情形略異於是。卽此當分裂之際，放棄二個染色體中之一個，卵中僅殘存有五個之染色體，其中一個爲性

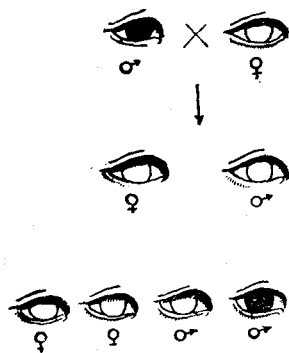
染色體。而終將消失之小細胞內，則有七個染色體之存在，含有二個 x 染色體。此卵自應發生雄體，因此中僅含有一個性染色體，此亦與以前屢次言及之規則 x 爲雄， $2x$ 爲雌相適合者也。

今爲安置重要拱心石之時矣。上述雌雄二體受精之結果所產生之受精卵，若發育則皆爲雌體。是即翌春出現之親代。其生殖細胞中，發生若何之變化乎？圖中之右半爲將受精之雌卵中所發生之成熟分裂順序。此爲正規的成熟分裂，觀其染色體數，自六個減至三個之減半，即可知之。其結果所有卵細胞皆含有三個之染色體，其中一個，爲 x 染色體。圖之左半繪有雄體精子細胞之成熟分裂。此結果發生二種精子細胞，其一有三個染色體，其中之一爲 x 染色體，其他一種，則具有二個染色體，其中無 x 染色體之存在。由吾人已得之知識判斷之，知前者爲決定雌性之精子，後者爲決定雄性之精子。但實際僅產生雌體，其故安在？經精細研究之結果，其理由業已判明。蓋決定雄性不具 x 之精子細胞，自始形即略小，成熟分裂後未幾，即破壞無遺。故僅有三個染色體決定雌性之精子獨存，由此受精之結果，乃產生具有六個染色體即雌性染色體數之越冬卵。如此情形，在以上複雜之例，性染色體之行動，亦與預期一致。

以上吾人專在染色體之行動上觀察性染色體。但染色體既爲遺傳運搬者，則據吾人所知之事實，不得不假定此性染色體中，亦必有特定遺傳因子之存在。此染色體之性決定上交涉，先成問題。此處不涉及關於性決定論之細點，可作次之考察。一卵可發育爲雌，亦可發育爲雄。但性染色體中，存有決定性之因子，此因子若有其二，則決定發展爲雌性，若僅有其一，則爲雄性。簡約言之，此決定性之因子可謂之性因子。但此性染色體中，與其他之染色體同樣，毫無不能有他因子存在之理由，事實性染色體中所存之遺傳因子，較之存在於其他染色體內之因子，並無異點。然則性染色體中所存之因子，其遺傳之詳情，與普通染色體中單純孟特爾遺傳之因子完全相同乎？曰否。何則？普通之染色體，單純傳於子女，所有子女之各個體，不論性別，皆自來父母，受各種染色體之一。但性染色體，則與此異趣。雄體自母受一個之 x 染色體，其自父方，則未受一性染色體。雌（ $2x$ 性）自父母各得一 x 染色體。 x 染色體中所含之遺傳因子，雖能自父傳之與女，但不能傳之與子。此等特別之遺傳途路，即非由 x 染色體中所含之遺傳因子不可之遺傳曰伴性遺傳（sex-linked inheritance）。

而前所述之血液不凝症，即其好例。以前未及說明，今已可了解此例矣。

第四十三圖再表示有此等疾病之典型家系，此對於其他伴性的特質，亦能適用。人類亦有此等特質，例如不辨紅綠之色盲 (color blindness) 之一種亦是也。故今擬以色盲之遺傳代血液不凝症之家系。此遺傳之逕路如次。有此等疾病即畸形之女性，甚為稀見，普通此病皆限於男性。對此事實之說明，非常簡單。此病蓋由於 x 染色體中所存之隱性遺傳因子而發生者也。男性僅有一個 x 染色體，苟 x 染色體中含有此等疾病之遺傳因子，則即能發生此等疾病。然女性具有二個 x 染色體。二個中之一，含有此病之隱性因子，其他之一個，含有普通眼之顯性因子時，此女性當然有正常之眼，蓋顯性因子，不使隱性因子表示其作用故也。苟女性之二個 x 染色體中，皆含有此隱性因子時，則對於此伴性因子，為同型接合，



第 四 十 三 圖

此女必有色盲之病。人類遺傳之特殊性，屢述於前——此大抵由反交之結果而知——隱性因子爲同型接合之事，不過稀見之現象而已。

若色盲之男子與健全之女子結婚，其子女皆有正常之視力，能與普通人同樣，辨別顏色。此何故歟？父親生成有 x 之精子細胞與無 x 之精子細胞，此 x 染色體中，含有色盲之遺傳因子。故可簡稱之爲色盲 x 染色體，此意恐不至於被人誤解。母親產生之卵，其 x 染色體中皆含有正常眼之因子。此染色體簡稱之爲「正規 x 染色體」。不具 x 染色體之精子細胞，常生男子。故兒子之惟一 x 染色體，乃受之於母親。此染色體爲正規 x 染色體。此時色盲父親之子，全無此病之素質，不具一色盲 x 染色體。若此子與通常之女子結婚，則所產子女皆爲健全。然有 x 染色體之精子細胞，產生女子。故女自父方受一病的 x 染色體而自母方受一正規 x 染色體。但色盲之遺傳因子爲隱性，故此等女子，能辨別顏色，不過各細胞內含有病的 x 染色體，能將此病傳之子女耳。

此等——異型接合之——女子，若與健全即能辨別色彩之男子結婚，則即生半數色盲之男子。此何故歟？母親具有一個正規 x 染色體及一個色盲 x 染色體即爲異型接合子爲雜種。故此女

產生二種卵細胞，一爲具有正規 x 染色體者，其他之一種，爲含有色盲染色體者。健全之父親，亦生成二種精子細胞，一爲有正規 x 染色體者——決定女性——其他爲不具 x 而決定男性者。故可有四種之受精。

一、有正規 x 之卵與有正規 x 之精子細胞。

二、有正規 x 之卵與不具 x 之精子細胞。

三、有色盲 x 之卵與有正規 x 之精子細胞。

四、有色盲 x 之卵與不具 x 之精子細胞。

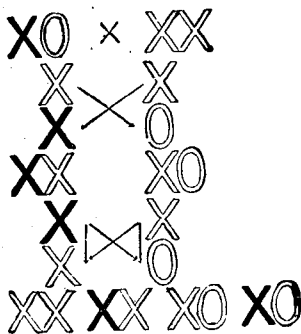
一號與三號各有二個 x ，故爲女子，二號與四號，各有

一個 x ，故爲男子。一號爲正常之女，有二個正規 x 染色體，

故從此之後，不傳此畸形與其子孫。三號亦爲健全之女子，

但具有正規 x 與色盲 x ，故爲異型接合子，即屬隱性特質

之傳達，其所生男子之半數，亦必具此畸形。二號爲正常之



第四十四圖

子，具有正規 X 染色體，四號爲色盲之子，具有色盲 X 染色體。第四十四圖爲表示此伴性特質之遺傳徑路之簡圖。此毋庸特加說明矣。

以上所述，指明遺傳之徑路，與法則頗相適合，此等敘述，暫時中斷，且先檢查此等遺傳之徑路，招來若何之結果，并闡明人類所有之多數疾病與畸形往往爲伴性的遺傳，此並非無益之事也。對於不知適用法則之人，則此等皆似爲不規則之遺傳。具有問題之畸形之個體，產生完全正規之子女，完全正常之人，反產生病的子女。又通常女子對於疾病之抵抗，似甚強大，然有時突然發現病的女子（同型接合之隱性者——二個病的 X——在血族結婚之結果其出現之機會甚多。）且人類之遺傳有特殊之事情，即子女之數甚少，其結果遺傳之徑路，更呈混亂之狀。血液不凝症之異型接合之女子，應產生半數病的男子，但僅生一人或二人之男子時，此等或偶然皆屬健全亦未可知。此男子之異型接合之妹，又僅生健全之獨子，如此繼續至數代之後，或有病的男子出現之可能。此病在此家系中，一時已呈消失之狀，至此又復出現。此雖與隱性特質之行動，完全相同，然因性別之

不同，更形複雜。以上之敘述，雖甚簡短，然已足表示當陳述如左之意見時，應如何謹慎矣。「吾知有一一例，與遺傳之法則，不相一致。然詳細調查此家系至數代之久，則大抵可知不一致之假定爲不當矣。」

於是再到達其他之結論。此亦適用於人類者。在動物或植物之實驗，研究者可以其考案之特殊實驗，除去其困難之點。或者有無特定之遺傳因子存於其間，可由遺傳的傳於子女之特質之有無而決定之。但同一外觀上之特質，或因二個不同之遺傳因子之作用而出現亦未可知。關於此問題之詳細之點，將述於次章，茲僅述其一點。茲假定在某一定之器管，因細胞之破壞，發生一定之疾病。其直接之原因，可得而言者甚多。因血液流通之障害，細胞有窒息而死之可能。神經系統之障害，有時得妨礙細胞之營養。鈣發生過剩沉着之結果，細胞之作用，亦可陷於不能。以上之三種障害，每種可各由不同之遺傳因子而決定，然醫師則目其結果爲同一之病症。故某一疾病，第一研究者認爲顯性之遺傳，第二之學者以爲隱性之遺傳，而第三之學者，或以爲伴性遺傳。此等事有發生之可

能實際——當然須經正確之觀察與分析——自遺傳學之立場論之，實為不同之病症，僅其外觀上相同耳。醫師不能為此等區別，僅遺傳學者能之。與此吻合之例在動物之實驗上亦有之。特在屢引為例之果蠅，個個遺傳因子，在一定之染色體上，占有一定之位置，可以證明為不同之多數遺傳因子，能決定相同或相似之外觀上之特質。此等事情若深加考慮，則可知在下人類遺傳上之判斷時，應如何謹慎，又如欲免錯誤之結論則對於實驗遺傳學之結果，應如信任矣。

再談伴性遺傳。伴性遺傳之最簡單之例，吾人既知之矣。吾人知此種遺傳，因該遺傳因子存在於性染色體中，故有此現象之發生。於是此種遺傳因子，殆為特種之物，與性殆有特種之關係，此為普通人應有之想像。事實並不如此。某一遺傳因子，無論其在性染色體中或其他之染色體中，占有位置，並無異點。在屢經研究之例如果蠅， x 染色體亦與其他染色體同樣，有多數之遺傳因子。此昆蟲之四個染色體，如第三十九圖所示，其第一個，事實為性染色體也。當然凡關於一染色體中所存在之遺傳因子之一切法則，對於 x 染色體中之諸遺傳因子，亦可適用。雌之二 x 染色體間，若無因

子之交換，則其中所有之諸因子，必共同遺傳。又因子之交換，亦與其他之染色體同樣發生。第三十圖所示之地圖，對於 x 染色體，亦可製成。

在敘述性染色體之行動之際，吾人已明示鳥與蝶類，與其他大多數之生物，成正反對，雌有一個之 x 染色體，因此產生二種之卵，雄有二個之 x 染色體，故單生一種之精子。此等動物之伴性遺傳，與其他生物不同，此為自明之理。若欲與之相提並論，則在人類之例，須以女代男，以男代女，以兒子代女，以女代兒子，始與鳥及蝶之情形適合。事實上關於伴性遺傳，最初正確之研究例，厥為蝶之實例，在性染色體之行動判明之前，由此實例推論，早知其精子細胞為一種而卵細胞反有二種。後知 x 染色體中此等遺傳因子占有位置，而伴性遺傳，始得說明。其次在昆蟲及哺乳動物中，種種伴性遺傳之例，漸加詳細，最後果不出預料，知蝶之雌僅有一個 x 染色體。以上先將此有興味之事項結束。若再涉及詳細之點，恐讀者將陷於昏迷故也。即此所述之基本的事實，欲求理解，在門外漢必須非常之注意與思慮矣。

第八章 遺傳因子之協力作用

以上所述者，爲染色體中所含之遺傳因子，與由此決定之遺傳特質間之關係，取材非常簡單，各個遺傳因子，皆單純賦與一個特質。換言之，個個遺傳因子，皆認爲生殖細胞內染色體中一特質之代表者。此種思想，苟儘量推廣，則生物及其特質，頗成爲奇妙之物。生物者，可視爲集種種之遺傳特質而造成之積木玩具或象牙細工，個個之遺傳特質，各成獨立之勢，其結果生物將成爲多數石塊集成之細工而已。然苟一想及生物爲一單體，以全體作用，其生物體中配置有各種部分而組成其全體，則可知此思想頗有未熟之感。關於孟特爾式遺傳因子之研究，所達到之結論，並不如是。但其時避去自然科學問題以上之哲學的問題，單考察全體與部分之關係。所謂諸種遺傳因子行協力作用者，遺傳因子全部，皆干與各種特質之表現是也。孟特爾實驗中與某一定之特質相當之各個遺傳因子，不過作最後之決定耳。今試舉孟特爾遺傳中遺傳因子行協力作用之二三實例，則其

間之關係，即可了解矣。

最初之研究，對於協力作用，喚起學界之注意之有名實例，厥為鷄之冠形之遺傳。通常飼養之鷄之品種中所表示之冠形，共有四種。第四十五圖中所示者是也。典型的簡單鋸齒狀者曰單冠 (single comb)，為壓伏崩潰之狀，上有多數形如豌豆之疣並存者曰豆冠 (pea comb)，後方突出，前部有疣狀皺紋者曰薔薇冠 (rose comb)，又有扁平半球形之冠，以其狀似胡桃，故曰胡桃冠 (walnut comb)。此等冠形在某種品種，皆純粹遺傳者也。然而使單冠與豆冠之鷄交配，則 F_1 之雜種，皆具有豆冠者，可知豆冠為顯性。 F_2 代

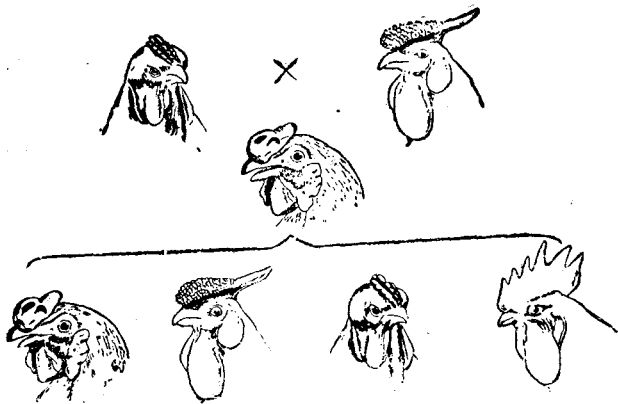


圖 五 十 四 第

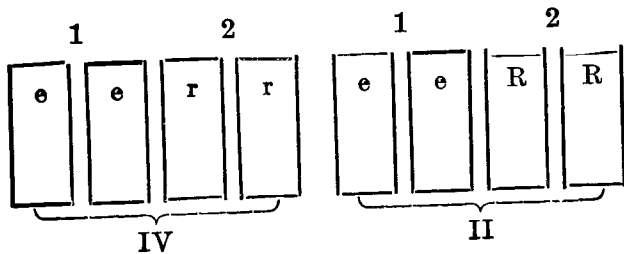
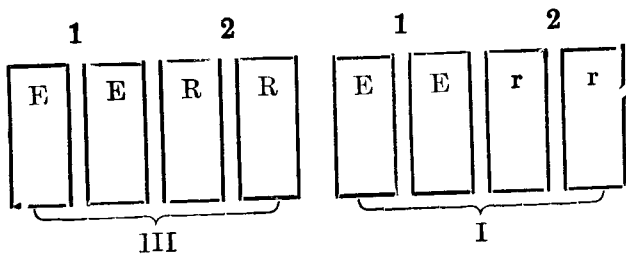
爲簡單之孟特爾分離，得豆冠者三對單冠者一之比率。此與普通服從孟特爾法則之例同。薔薇冠學單冠之間之支配，其結果亦同。薔薇冠爲顯性， F_2 代行簡單之孟特爾分離。然苟使豆冠之品種與薔薇冠之品種支配，則其雜種皆具有胡桃冠。而事之奇妙者，雜種第二代出現四種類之冠形，即胡桃冠、豆冠、薔薇冠及單冠是也，其個體數之比率爲

$$\frac{9}{16} : \frac{3}{16} : \frac{3}{16} : \frac{1}{16}$$

何以 F_1 代有胡桃冠之出現，而

F_2 有單冠之出現乎？自雜種第二代之四種個體數之比率觀之，無關係之孟特爾式二對因子，行孟特爾分離，且此等因子，存在於不同之染色體中，此甚明瞭者也。故此支配之結果，可求二組因子之助自說明之。豆冠由一名曰E之顯性因子之存在而決定，而對於此之隱性因子e，乃產生單冠者。同樣，薔薇冠由一顯性因子R而決定，而對於此之隱性因子r，又爲單冠之決定者。R與E存在於不同之染色體中，名之曰第一染色體，第二染色體。以此等染色體與存在於其中之因子爲基準，則四種之鷄，各具如左之性質。

第八章 遺傳因子之協力作用



右爲四種同型接合之可能性，至於異型接合之個體，因各具顯性之外觀，與同型接合者無異，故略去之。I之一對染色體有豆形之因子其他一對，則有單冠之因子，故I爲有豆冠之雞。II之二對染色體中一對有薔薇冠之因子，一對有單冠之因子。故II爲具有薔薇冠之雞。III具有薔薇冠之因子與豆冠之因子，因兩因子之協力作用，產生胡桃冠。IV之兩對染色體，皆含有單冠之隱性因子，故爲單冠之雞。若僅書遺傳因子，則此交配可表示如次。

豆冠 × 薔薇冠

$EeRr \times eeRr$

$F_1 \dots$ 胡桃冠

$EeRr$

此雜種產生四種之生殖細胞，一如前所詳述之諸例，即 ER 、 Er 、 eR 、 er 是也。此等在受精之際，產生十六種 F_2 代之動物，此等可以已詳述於前之方法表示之。有 E 與 R 之個體皆具有胡桃冠，有 E 與 r 者皆具豆冠，有 e 與 R 者皆具有薔薇冠，有 e 與 r 者皆具有單冠，故結果如次表所示分離爲四型，而

其比率爲 9:3:3:1。

| | | | |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| ER ER 胡桃 1 | Er ER 胡桃 2 | eR ER 胡桃 3 | e r ER 胡桃 4 |
| ER Er 胡桃 5 | Er Er 豆 1 | eR Er 胡桃 6 | e r Er 豆 2 |
| ER eR 胡桃 7 | Er eR 胡桃 8 | eR eR 薔薇 1 | e r eR 薔薇 2 |
| ER er 胡桃 9 | Er er 豆 3 | eR er 薔薇 3 | e r er 單 1 |

然則自上例之結果，關於因子之協同作用，有何所得乎？單冠之兩因子 e 及 r，存在於不同之

染色體中。然吾人可謂單冠由二個遺傳因子之作用而發生者乎？曰否。使豆冠與單冠行交配，則如前所述，爲簡單之孟特爾分離，故假如吾人不知有薔薇冠之存在，則此交配可如此記載 $\text{Bb} \times \text{bb}$ 。而確信單冠爲惟一之因子即 b 所產生者。若行薔薇冠與單冠之交配而不知有豆冠之存在，則亦必以爲單冠爲 r 之惟一因子所決定。最後，使豆冠與薔薇冠相交配，而在雜種第二代，見有個體總數十六分之一之單冠出現。此應記作 $\frac{1}{16}$ 者也。故吾人不得不結論謂單冠爲二個遺傳因子及 r 所決定。

此矛盾應如何解決而其結果應爲何如？粗思之，吾人所謂一個之遺傳因子者，此可使之爲異型接合而能爲孟特爾分離者也。假如單冠爲 aa ， bb 等五十個之遺傳因子之協力作用而發生者。苟僅有單冠之雞，則此冠之特質，究爲一個之遺傳因子而決定者，抑將由十個而決定者或甚至於由五十個因子而決定者，此不能決定者也。此等因子中之一個即 e 。——此爲任意假定之物——在雞之——染色體之中央，占有位置，而其他品種之雞——此品種之發生經過，將述於後——其——染色體中之同一位置，有 E 之存在，因有此 E ，苟無此則生單冠之處，變爲豆冠。此時因交配與孟特爾

分離，吾人能確知E與 ϕ 之一對遺傳因子之存在，而此外並無因子之存在。此外之四十九個因子，其存在爲吾人所假定者，然自上之實驗結果，對此毫無所指示。故 ϕ 可謂決定單冠者。然此際苟爲較精確之表示，則應謂其他之四十九個未知因子皆存在之時， ϕ 乃爲單冠之決定者。與次同樣之思想，對於r，亦可適用。且對於 ϕ 與r，均可適用。是故吾人謂某一因子決定一特質時，實爲一種簡約之表示，此際應補充如下。「假定其他一切未知之因子存在時，某一因子決定某一特質。」所謂 ϕ 爲決定單冠之因子者，乃在其他因子 *arg* 等存在之假定之下，始得言之。此等其他因子中之一，即吾人既知之r是也，此若與R交換，則將產生薔薇冠者也。關於此點，特有明白了解之必要，不然，則對於遺傳因子之概念，難免錯誤也。

尚有一事應言者，如上所述，一遺傳特質，由於多數而且未知之遺傳因子而決定。或有作如是想者，亦未可知。今架空之假想有無數因子，其結果凡一特質，可視爲因一切遺傳因子之微小部分而出現者。然不能作如是想，蓋就鷄冠而論，產生普通簡單之鷄冠，大略言之，不過爲鷄冠之生成，然實則含有頭、皮膚及結締組織等產生之意味。與此部分之發育有關係之遺傳因子，自然皆能影響

及於冠之發育，結果個個特質之表現，一切遺傳因子之協力作用，多少與之有關。是故生物者，非由個個石塊所集成之細工，乃爲由無數之絲而織成之複雜之織物也，苟擊其一部局，則千絲皆響應者也。

由以上之結果，對於人類，可作二、三有趣味之推論。原來人類之遺傳，欲行精密之分析，事甚困難，大都由於動物實驗之結果，聊作推論而已。人類之遺傳特質中，大多數確爲多數遺傳因子（在現在慣用之意味）之協力作用而決定，而尤以多數之精神的及心靈的特質爲然。精神上優異的兩親，生凡庸之子女，並無音樂才能之兩親，突然生有音樂天才之子女，此種事體，何其往往在驚異之下屢爲吾人所見歟。此外尚有不同之例，如音樂之才能，歷多數之世代，續續出現如巴赫（Bach）之家族，又如有數學之才能之培爾奴李（Bernoulli's）家族等皆是也。所以發生此等不規則之現象者，蓋因此等才能之遺傳，並非簡單，雖使此實現，須有多數之遺傳因子行協力作用之必要故也。人類大多不爲近親之血族結婚，故必要之遺傳因子，難自兩親（同型接合之）集成，其結果分離

繼續進行，子女已不與其兩親相似矣。欲不令其如是，在人類頗爲難能之事。雖無系統的近親結婚之顯著效果，然有一法可行，卽注意選擇結婚之對手是也。數代之間皆有優越之精神的能力之家系中之男若與同樣家系之女結婚，則潛在之遺傳因子之中，多數皆成同型接合，故其產生優越才能之家系之機會亦多。昔者派囉（Pain）王朝，有兄弟姊妹非互相結婚不可之規定，此實純出於遺傳學之立場之規定也。其目的所在，殆欲保有其優良之遺傳特質，而保持其王者之資格而已。以同樣之理由，可說明天才不常出現之故。欲使天才出現，則須聚集多數不同之遺傳因子，然此等聚集，決非常有者也。又天才稀見之理由，亦可作如是想。產生天才，需要若干之遺傳因子，此等因子，因普通皆存在於同一染色體中，故通常皆共同遺傳，然欲除去抑制天才出現之因子，則因子有由因子之交換，而互相分離之必要。以上不過爲假說，因不能施行實驗，教無法證明。

再談遺傳因子之協力作用關於種種鼠之品種之毛色之遺傳，試介紹一二實驗之結果，由此可了解遺傳因子之協力作用。與兔及豚鼠同樣，好事者飼養種種毛色不同之豚鼠之品種。鼠色、黑

色、紫醬色、銀色、黃色、斑、白等皆是也。使此等品種互相交配，而研究其遺傳因子，終得美滿之結果。今述其主要之點於此。此等全部品種之出發點，爲野生鼠之毛色即鼠色，此種毛色，因毛中黑色之色與黃色之色爲環狀之排列而發生者也。尙有一種通常屢被飼育之品種爲白鼠，此爲真正之白子 (albino)。即此種個體中，全無黑色素之形成，不但毛爲白色，即眼中亦無此種色素，故呈赤色 (人類亦有此種 albino，名曰白子，爲單純之隱性遺傳特質)。苟以白鼠與鼠色者相交配，則 F_1 子女皆爲鼠色，而 F_2 則有時爲簡單之孟特爾分離，成鼠色者三白者一之比率，鼠色爲一顯性之因子即 G 所決定，而白色乃爲一隱性因子 g 所決定。然此實驗苟反覆施行，有時 F_2 代可突然得不同之結果。即鼠色與白色者之外，有黑色者之出現，其比率十六之九爲鼠色，十六分之三爲黑色，十六分之四爲白色。自此數之比率觀之，可知必有二對之遺傳因子，參與其中，決定黑色之遺傳因子，不能自外認識，必藏於白子中之一部分，此可推測而知者也。回憶在鷄之實驗中，欲使一色出現，必須二個因子之協力，其一爲色原性之因子，其他爲使色實現之因子是也。若缺其中之一，則必產生白子。今若於驢鼠之例，假定白子因缺乏使色彩實現之因子而發生者，則此等白子應含有黑色或其

他色彩之色原性因子，在交配之際，出而作用。故苟與非白色之鼠交配，則混入實現色彩之因子，在 F_2 代，若與白子所寄與因子例如黑色因子相遇，則即生黑色之鼠。以上所述者簡單表示之，可用常用之表式。鼠色之驪鼠，具有使色實現之因子，此可名之曰C。白鼠無此因子，即在此點爲隱性，可稱之爲c。鼠色驪鼠之毛之色素排列爲環狀之因子即簡稱鼠色因子者曰G，白鼠無此因子，故有隱性之g。但白鼠有黑色因子N，此因子又存在於灰色之驪鼠，無此不成其爲灰色也。蓋G者其他一切因子——黑色因子亦屬於其中之一——存在時始能決定灰色故也。故灰色之驪鼠應爲NNGGCC。白鼠應爲Nnggcc。NN在二品種中皆爲同型接合的存在，不起分離，僅其他二對之因子，發生分離，故NN無記載之必要，但在說明因子之協力作用時則爲必要之物。 F_1 爲NNG₂Cc，因G與C爲顯性，故外觀作灰色。 F_2 式分離如下。蓋 F_1 之個體，產生四種類之生殖細胞，即NCG, NcG, NcG, 及 Ncg 等故也。

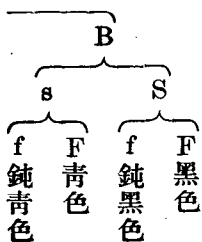
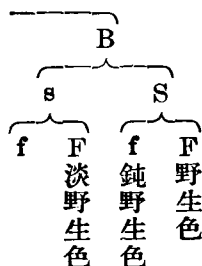
有灰色因子G，黑色因子N及實現因子C者皆作灰色，不具實現因子C者皆爲白色之個體也。具有C與N而無G者，自爲黑色之個體。是實驗示三因子當產生三品種時之協力，CGN協力

| | | | |
|--|--|--|--|
| $\begin{matrix} N & C & G \\ N & C & G \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & G \\ N & C & g \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & G \\ N & c & G \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & G \\ N & c & g \\ \text{灰} \end{matrix}$ |
| $\begin{matrix} N & C & g \\ N & C & g \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & g \\ N & C & g \\ \text{黑} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & g \\ N & c & G \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & C & g \\ N & c & g \\ \text{黑} \end{matrix}$ |
| $\begin{matrix} N & c & G \\ N & C & G \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & G \\ N & C & g \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & G \\ N & c & G \\ \text{白} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & G \\ N & c & g \\ \text{白} \end{matrix}$ |
| $\begin{matrix} N & c & g \\ N & C & G \\ \text{灰} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & g \\ N & C & g \\ \text{黑} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & g \\ N & c & G \\ \text{白} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} N & c & g \\ N & c & g \\ \text{白} \end{matrix}$ |

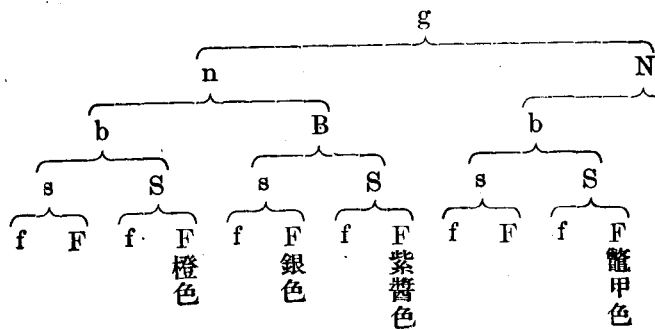
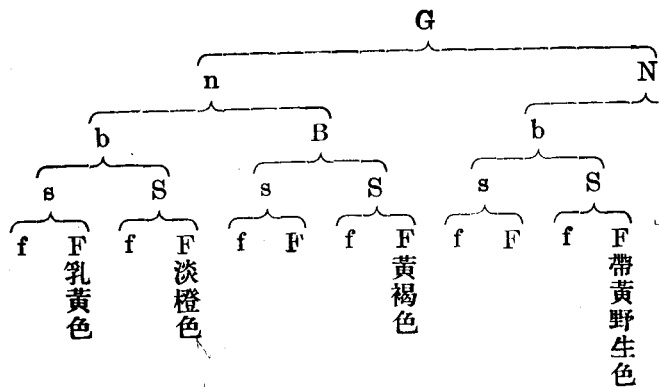
則決定灰色，C g N 集合，則決定黑色，由 c G N 或 c g N 之三因子而生白色之個體。故白色個體，雖含有灰色或黑色之因子，然不能由外觀認識之也。

若使其他品種，互相交配，而分析之，則可知尙有其他因子之存在。例如發生斑紋之一隱性因子，卽其一也，今以 t 表示之。以上所述之諸品種皆無斑紋，故兩親應各含有與 t 相對之顯性因子，卽造成一樣體色之因子 T ，且必爲同型接合。故對於以上所舉諸式，均應加入 TT 二因子。此外尙有一隱性因子，能使各種體色，變成淡薄，卽使灰色者成爲薄灰色，使黑色者變爲飼育者所稱之青色。故可名此等褪等之隱性因子曰 s ，則其對手之顯性因子，卽使體色濃厚之因子可稱之曰 S ，故前所舉諸式，更應加入 SS ，蓋有此因子者，其固有之體色，始得充分表現故也。此外似無再探求其他之因子，而加以同樣議論之必要。關於因子表示法之根本原理，已可以了解矣。遺傳因子 G ，非能決定灰色之野生色者，乃與既述之 N 、 C 、 T 、 S 等多數因子共存時，始爲能決定野生色之因子。 G 雖存在，苟無 N 而僅有 n 時，則驪鼠爲黃褐色，苟無 C 而有 c ，則爲百鼠，苟無 T 而有 t ，則體色爲斑，苟無 S 而有 s 之存在，則鼠爲薄灰色。同樣 N 亦非決定黑色之因子，乃限於 g 代 G 存在之時，始發生黑色。關於 C 、 T 、 S 諸因子其關係亦同。故表示遺傳式時，應記入同型接合之其他一切之因子。此其他一切之因子，共有若干，則無人能知，蓋吾人所能認識者，乃限於能在異型接合之狀態者故也。如驪鼠

之例，已知有非常多數之因子，因表中所記因子之結合法之不同，可表示其有何種外觀，例如關於 G S C 等因子，或有 C 而無 g，或並 C S g 三因子而無之等等。欲以因子式表示驪鼠之異色諸品種，則將成爲非常複雜之表，故先除去斑（t 因子）白子（c 因子）及其他多數之因子，將具有 TTCC 之無斑動物此外尚有五因子者爲例。卽有灰色因子 G，黑色因子 N，褐色因子 B 及其對手產生黃色之因子 b，濃色因子 S，使各種顏色增加光輝之因子 F 及其對手使顏色暗鈍之因子 f 等是也。此等因子之種種不同之結合，如次表所示，其中有顯著之體色容易區別者，略記於下。



第八章 遺傳因子之協力作用



對於多數之動植物，曾行同樣之遺傳分析，其結果皆常示遺傳因子之協力作用。

第九章 遺傳因子之總和

前章所論者爲種類不同之遺傳因子如何行協力作用而生一特質之問題及普通遺傳學上所謂與一特質相當之遺傳因子，不過在複雜之協力作用中最後之決定者而已等點。即某一定之遺傳特質，皆因多數遺傳因子存在之結果而發生者，而此等因子，各有其一部分之作用，此等作用積集而成一完全之作用，故可稱之曰聚集因子（學術上之術語，稱之曰集成因子或曰重複因子 multiple factors）。帶有量的性質之特質，例如各部之成長，長度，重量等，特爲此等遺傳，此等特質，在實際飼育上，爲極重要之遺傳特質，故其遺傳方法，爲極重要之現象。今擬舉實際上之一例而說明之，俾易於了解。

今有二品種之犬於此，其一小形，其他巨碩，經長時間飼養之結果，知各品種之大小，爲遺傳之特質。例如達蓋爾與獨葛之二品種。此等犬之大小，既爲由重複因子而決定者，則一般的遺傳基本

素質，兩品種皆共通，（因此遺傳研究，普通不舉此例，蓋有與味者僅其不同之點故也，）故兩品種各有小品種之大度，即達四十種之高度。獨葛尚有其他之遺傳因子因其存在，體格能增大。此因子共有三對。若三對皆備，則高度能增加六十種，故獨葛共有一米突之高。此三對之因子，皆有重疊之性質者，各因子各能增加十種之高度，而其作用重疊相加。此三對之因子，可以次式 $AABBCC$ 表示之。A 或 B 或 C 各能增加十種之高度。故此等三對之因子，若均為同型接合時，即 $AABBCC$ 時，則可增加六十種，故全體達 $40 + 60 = 100$ 種之高。若僅 A 與 B 為同型接合 C 為異型接合如 $AABbCc$ 或 $AaBbCC$ 或 $AaBbCc$ 時，則增大之因子，僅有五個，其高度達 $40 + 50 = 90$ 種。若 $AABbCc$ 或 $AabbCC$ 或 $aABbCC$ 時，則增大因子僅有四個，高度為 $40 + 40 = 80$ 種。隱性者 $aabbcc$ 全具增大因子即為達蓋爾種，故其高度僅止於四十種。

今試調查此等有二對因子不同之二品種之交配結果（為防誤解計不得不預先聲明者，現所述者以使達蓋爾與獨葛之交配易於了解為目的，實際是否由三對重複因子而遺傳，亦尚未明瞭，或二對即可，亦未可知，或有二十對亦未可知。此點在其他之動植物，實際已經研究，與此例同為

應先研究之點也。)此交配可表示如左。

淺藍圈 × 獨葛

$aabbcc \times AABBCc$

F_1 雜種 = $AaBbCc$

F_1 代之雜種，共有三個增大因子，故身高達 $40 + 30 = 70$ 厘米，適介於兩親之四十厘米與一百厘米之間。自此產生之 F_2 行有三對因子之分離，此為周知之事。此際產生八種之生殖細胞（假定A、B、C各存在於不同之染色體）因受精之作用，產生如次表所示六十四種之結合。

今檢查左表中增大因子之數（可自各區劃之下知之），六十四種 F_2 之結合中。

一、六個增大因子，即達一〇〇厘米之個體。

二、五個增大因子，即達九〇厘米之個體。

三、四個增大因子，即達八〇厘米之個體。

四、三個增大因子，即達七〇厘米之個體。

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ABC ABC 6 | ABc ABC 5 | AbC ABC 5 | aBC ABC 5 | Abc ABC 4 | aBc ABC 4 | abC ABC 4 | abc ABC 3 |
| ABC ABc 5 | ABc ABc 4 | AbC ABc 4 | aBC ABc 4 | Abc ABc 3 | aBc ABc 3 | abC ABc 3 | abc ABc 2 |
| ABC aBC 5 | ABc AbC 4 | AbC AbC 4 | aBC AbC 4 | AbC AbC 3 | aBc AbC 3 | abC AbC 3 | abc AbC 2 |
| ABC aBC 5 | ABc aBC 4 | AbC aBC 4 | aBC aBC 4 | Abc aBC 3 | aBc aBC 3 | abC aBC 3 | abc aBC 2 |
| ABC Abc 4 | ABc Abc 3 | AbC Abc 3 | aBC Abc 3 | Abc Abc 2 | aBc Abc 2 | abC Abc 2 | abc Abc 1 |
| ABC aBc 4 | ABc aBc 3 | AbC aBc 3 | aBC aBc 3 | Abc aBc 2 | aBc aBc 2 | abC aBc 2 | abc aBc 1 |
| BAC abC 4 | ABc abC 3 | AbC abC 3 | aBC abC 3 | ABc abC 3 | aBc abC 2 | abC abC 2 | abc abC 1 |
| ABC abc 3 | ABc abc 2 | AbC abc 2 | aBC abc 2 | Abc abc 1 | aBc abc 1 | abC abc 1 | abc abc 0 |

一五、二個增大因子，即達六〇糶之個體。

六、一個增大因子，即達五〇糶之個體。

一、不具增大因子，即達四〇糶之個體。

故 F_2 代之個體，可依其大小而分類之如左。

| | | | | | | | |
|-------|-----|----|----|----|----|----|----|
| 增大因子 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | 〇 |
| 大 度 | 一〇〇 | 九〇 | 八〇 | 七〇 | 六〇 | 五〇 | 四〇 |
| 個 體 數 | 一 | 六 | 十五 | 二〇 | 十五 | 六 | 一 |

今試考察此爲何種現象。因此交配，發生自小形之達蓋爾以至大形之獨葛七種大小不同之犬六十四匹。自理論上言之，此等七種之部類，應各有一〇糶正之差，但實際吾人不能期待其如此，其理由已詳於本篇之首章矣。蓋由定型的遺傳素質所決定之大度，因受外界之狀況即營養溫度等之影響，個個個體之平均，雖適如預期而出現，然就各個個體而言，則較此平均或大或小，皆爲可能，此已詳述於豆之例，實際上之調查，此等大度不同之各組間，皆有中間的階級， F_2 代之六十四犬，

自達蓋爾至獨葛間，發生聯續不絕之階段。故初見之時，毫無分離之形跡可尋。又再檢查此例，則見最多數之個體即二十四之犬，與 F_1 同有平均之高度即達七〇糎之高，而最少數者即與兩親同其大度即四〇糎與一〇〇糎之個體各一疋。而有此中間之大度者個體之數，先自六而十五，漸次增加，其次則自十五而六逐漸減少。注意周到之讀者，對於此等數之系列，必能憶及證明落球之「偶然之機會」之機械時之議論。遺傳型完全同一之個體，因外界狀況之影響，其外觀之表現型，發生差異，此等遺傳上同一之個體，其表現型上多數屬於中庸之部類，自此等理想的中庸部類向兩方之距離愈遠，則個體之數亦愈少。理想的場合，此等變異之系列，與上述個體之數，完全相同。換言之，孟特爾分離之特種的作用，在外觀上，與具有單一之遺傳特質者，受外界狀況作用之結果而發生之現象，完全符合。幾多之錯誤與混亂自此而生乎？關於此點，將述如下。

大堪注目者，由三個重複因子之分離而發生之以上所述以外之結果是也。六十四疋 F_2 之犬中，二十疋有七〇糎之身高，適介於兩親之中，故外貌似 F_1 雜種。 F_2 之一胎，苟僅產生六疋，則此遺傳

例將如何。由蓋然率言之，六十四疋之中，屬於六〇至八〇種之部類者，共有五十疋，故若僅產六疋，則此六疋之全體，殆必屬於此部類之個體。故 F_2 代之犬，與 F_1 同其外觀，不過其身體大小之差略大而已。故由此實驗所得之結論，必爲此際全無不發生孟特爾分離， F_2 完全保有 F_1 之混合型。事實熱心之研究家，在此重複因子尙未發見尙未了解之時代，往往陷於此等誤謬。此等誤謬如何容易發生，試一考慮由三對以上例如六對之重複因子而決定之特質，即可明瞭。再取犬爲例，達蓋爾與獨葛之大小之差六〇種，假定由六對重複因子即 AABBCDDDEEFF 之作用而發生而各因子各有能增加五種之作用，則 F_2 必發生六對因子之分離。若欲以表表示之，則須畫一有四〇九六區域之表方可。若一一加以統計與分類，則 F_2 之分離如次。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 增大因子 | 二 | 三 | 二 | 一 | 〇 | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | 〇 |
| 個體大度 | 二〇〇 | 九五 | 九〇 | 八五 | 八〇 | 七五 | 七〇 | 六五 | 六〇 | 五五 | 五〇 | 四五 | 四〇 | | |
| 個體之數 | 一 | 二 | 六 | 三〇 | 四五 | 七二 | 九六 | 一二 | 一五 | 一八 | 二一 | 二四 | 二七 | 三〇 | 三三 |

欲盡得各種類之個體，則至少在 F_2 代須飼育四〇九六之個體。此時屬於六〇至八〇種之部類者，

四〇九六疋中，不下於三四九八疋。今如育成二百疋之犬——此實為難能之事——則其結果必得悉屬於中庸部類之個體，毫無孟特爾分離之痕跡，此為常見之事也。

世有對於此等現象抱有皮相之見者，以為重複因子，可稱為一種「機構之神」，凡不能以簡單之孟特爾分離說明而無可奈何之事實，若假定必要之重複因子之數，即能說明之。是故必須於已由確實之實驗之結果證明其確有重複因子之存在之個體，更調查其此外尚有何等結果。此等結果，蓋由於數學的方法而發生，重複因子之數，可自此計算而得。今試略檢視其結果。

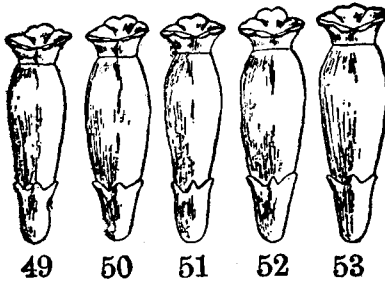
個體之大小適介於兩親之中之 F_1 動物，即身高達七〇糎之個體，並非全體悉等於七十糎者，不過其平均為七〇糎耳。必有一定範圍內之差異，較此小者及較此大者，若與平均七〇糎之差愈大則其個體數亦愈稀，此為既知之事。故取多數 F_1 之個體，而測定其體長，則必可得如左之結果。

| | | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 體長 | 六六 | 六七 | 六八 | 六九 | 七〇 | 七一 | 七二 | 七三 | 七四 |
| F_1 之數 | 二 | 九 | 十二 | 十七 | 三五 | 十八 | 十三 | 八 | 一 |

乃育成多數 F_2 之個體。縱不得數千疋之數，然儘量育成多數之個體。在 F_2 代，若具有全部六對之增大因子，則將產生各種部類之個體，據前所述之結果，其中 F_2 代疋之大小，以自六〇至八〇種者爲最多，其數如次。

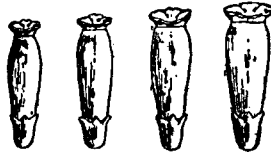
| | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 體長 | 六〇 | 六一 | 六二 | 六三 | 六四 | 六五 | 六六 | 六七 | 六八 | 六九 |
| 個體數 | 二 | 七 | 二二 | 三七 | 四六 | 六二 | 八二 | 一〇〇 | 一二〇 | 一三〇 |
| 體長 | 七〇 | 七一 | 七二 | 七三 | 七四 | 七五 | 七六 | 七七 | 七八 | 八〇 |
| 個體數 | 三三 | 五五 | 六〇 | 六二 | 六四 | 六六 | 六八 | 七〇 | 七二 | 七四 |

此數雖爲任意之數，然確根據於實驗所得之數字，並非全屬杜撰。今比較 F_1 與 F_2 之結果，則可知 F_2 之變異，雖較 F_1 爲大，尙未達兩親之大小。如遇此等現象，則吾儕可推測此中必有重複因子深存其間矣。第四十六圖示一任意之例。此爲長花與短花之煙草 (*nicotiana tabacum*) 之二品種相交配之結果。 F_1 之花，適介於兩親之中間， F_2 代如圖所示，變異甚大，花下之數字爲花之大小。更經研究，則知此例亦有重複因子之存在。此研究之結果如何，容述於次節。



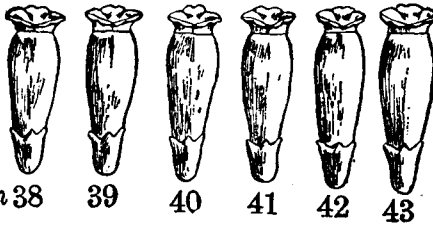
49 50 51 52 53

甲 圖 六 十 四 第



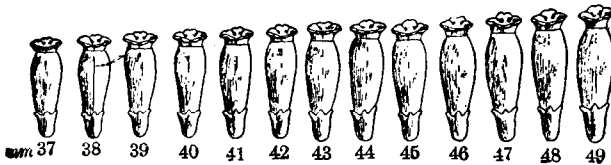
mm 31 32 33 34

乙 圖 六 十 四 第



mm 38 39 40 41 42 43

丙 圖 六 十 四 第



mm 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 46 47 48 49

丁 圖 六 十 四 第

再取前節所述有六對增大因子，在 F_2 代因增大因子分離之結果，每個因子各決定五種大小之犬之例。六十種之個體，必含有四個之增大因子 ($40 + 4 \times 5$)。此等個體，或為四個因子之異型接合，或二個因子為異型接合一個則為同型接合，或二對因子皆為同型接合者。即 $AaBbCcDdeeff$ 或 $AABbCcdeeff$ 或 $AABbceeff$ 等是也。今假定取二正之 $AaBbCcDdeeff$ 而育成雜種第三代。與 f 既為同型接合，則分離者僅 A, B, C, D 之四因子，故雜種等三代所能豫料之個體，共得二五六，今調查之結果如次。

| | | | | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 增大因子數 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | 〇 |
| 大度(種) | 八〇 | 七五 | 七〇 | 六五 | 六〇 | 五五 | 五〇 | 四五 | 四〇 |
| F_2 之個體數 | 一 | 八 | 二八 | 五六 | 七〇 | 五六 | 二八 | 八 | 一 |

在 F_2 代，小形者即五十種之個體，在四〇九六中僅有六十六次出現之機會，即六二次中僅得一次之機會，但在自最小之 F_2 動物蕃殖而成之 F_3 動物，五十種個體出現之機會，二五六中，可得二

十八次，即九次中得一次。是故育成之個體數，不必甚多，在此等 F_2 代，可得與親代大小相近之個體。由此以往，若代代繼續選取最小之動物而使之蕃殖，則近於親代大小之可能性愈高。故若在 F_2 代，不見分離，而個體間之相互差異，較 F_1 爲甚，根據此理由而疑有重複因子之存在時，可自 F_2 之最小者或其最大者育成雜種第三代，若 F_3 與親代之小者或大者愈相接近或竟與之相等，則可斷言其有重複因子。而欲使之達最初親代之大小，則須選擇前記之個體，育成新世代，由新世代中又選擇育成更新之世代，如此繼續如選擇與育成，則世代愈多，重複因子之數亦愈多。事實以此等方法，可證明多數之例，如個體之大度及量的性質皆由重複因子而發生者也。

以上所述之現象，不但在科學之知見上爲有意義之事實，即應用遺傳學於實際生活之問題，尤其於動物之飼育及植物之栽培上，亦爲非常重要者，蓋有用動植物之實際上重要之諸遺傳特質，皆爲量的特質，大抵由重複因子之作用而決定者也。以具有此等因子之生物爲材料，飼養栽培者爲其蕃殖計將進行何種工作，此單以上述之智識，自難知悉。今舉有一般與味的推論方法之一。

假定有大品種及小品種於此，其大小之差，因重複因子而發生者。在以上所述諸例，皆假定大品種常具完全顯性之增大因子，而小品種則無一顯性之增大因子，其所有者，全部皆隱性因子。然大品種通常未必皆具有顯性因子之全部而小品種所有之因子亦未必皆完全隱，此可想像而得者也。故若再取每個因子增大五糧之六對因子之例，則當交配實驗之開始，大品種具有 $aabbcdd$ 之式，即有四對之顯性因子與二對之隱性因子， $40 + 40 = 80$ 糧之大度。他方之小品種，則有 $AABbcdeeff$ 之式，即四對之隱性因子與二對之顯性因子，故此個體有六十糧之大度。使此兩品種交配，則在 F_2 代，可得有 $AABBCDDDEEFF$ 式之個體與有 $aabbcdeeff$ 式之個體，前者之大小為一〇〇糧，後者為四〇糧。至於比率，自然不過四〇九六中之一而已。換言之，自此等交配之結果，可獲較親代更大或更小之個體。飼育上之改良，如此可達其目的。此等實例，實際已發見於鷄諸品種間之交配。

於是吾人對於本篇最初所述之現象，可加以正確之說明矣。吾人在本篇之初所學得之事實，

即在純粹之品種——今可稱之爲完全同型接合之品種——如大度等之遺傳特質，所有之個體，並非全體同一，自平均值向兩方爲有規則之差異，其情形以中庸之個體，占大多數，最大與最小者皆最爲稀見，據豆之研究之結果，此現象得以對稱的曲線表示之（見第六圖）。其次，引起此等現象之原因，爲外界之作用，此等作用，依據偶然之法則（蓋然率），使其生長，略背於其理想的結果，即中庸之型。且自此種品種，無論擇其最大或最小者使之蕃殖，然決無選擇之效果。今吾人已知如此純粹之品種爲同型接合者，故自其遺傳的組成言之，應能常產生同一之個體者也。今取多數此等純粹之品種而混合之，此等實驗，可以豆爲材料，又可以身長不同之非洲黑人爲材料。混合此等品種之結果，與同型接合之一品種之特質，得相同之曲線，故苟不爲遺傳實驗，則竟不能判別此究爲非遺傳的影響作用於同型接合之特質之結果，抑爲種種異型接合之個體混合於一處之結果。而在此等混合問題之特質即大度，何以與一純粹品種內之變異，表現同一之曲線，亦不能說明。然今則能了解之矣。蓋混合多數大度不同之純粹品種，則此混合與交配有重複因子之品種之結果，在結果上並無二致故也。設侏儒之黑人，其身長之特質，假定爲 *aabbccdd*，而巨人之「珍卡」族

之式爲 AABBCcDD，其他之種族，各有 AAbbceDd 或 AABBeedD，或 AABBCcDd 等式。若將此等種族，混合於一處，則如此組成之總人口中，皆有此等四對因子之種種組合，恰與最大之品種與最小之品種行交配之結果，在 F_2 代時產生之個體完全相同。而在某一特定之實驗狀態之下，因子組合之不同者之數，又常與 F_2 代各個體之數相同。即在此種人口中，身長不同之人，二五六八中，可分爲次之數部類。

| | | | | | | | | | |
|------|---|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 增大因子 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 |
| 個體之數 | 一 | 八 | 二八 | 五六 | 七〇 | 五六 | 二八 | 八 | 一 |
| | | 最小 | | 中庸 | | | | 最大 | |

是即與偶然之機會以曲線表示之者完全相同，與完全對稱的分布相當。故此中有重複因子之存在，而此等因子，不爲何等選擇，爲任意之結合，形成雜種，其結果在純粹之諸品種中，得一與蓋然率曲線同一之曲線。

當然，欲從此種混合之總人口中，選出其最小及最大者，則此等人所產生之人中，最後產生之

人，亦須加入考慮，其理由蓋甚明也。如上所述， F_2 、 F_3 、代代加以選擇，則可使重複因子，漸成同型接合。故欲使選擇美滿成功，僅須繼續選擇至一切顯性因子及隱性因子盡成同型接合爲止即可。既達此點，則雖自此人口中所表現之型，再加選擇，亦無效果矣。

一般的議論，大抵已述如上，今且對於身長，特如人類之身長，試加詳細之敘述，殆亦一有興味之事歟。無論何人，皆知身長爲遺傳之特質。何則，世有如蘇格蘭之人及「珍卡」族之黑人等之長身之人種，正確言之，應曰種族，又有如意大利人日本人等低矮之國民及厄卡（Akka）與納葛利多人（Negrito）等之侏儒。又再就各家族而言，有兩親與子女皆巨人式者，或兩方皆矮小之人。有名之例爲普魯士佛利特立舒威廉一世（Friedrich Wilhelm I）使其臣下之大男與大女結婚，欲由此產生大男之兵，此爲人所周知者也。然對於此點，欲得明確之理解，則不但爲無人類遺傳研究相附隨之諸種困難所妨害，因身長與營養有關，且更發生困難之點。孩提之時，若陷於營養不足，則當然妨礙生長之發展，此事且置之問題之外，此外尙爲人所不留意，然與營養有密切關係之事

項。食物之化學的組成中，有名曰維他命 (vitamins) 者，爲發生正常生長所必要之物質也。苟無此物，則一般雖不發現重症之疾病，然生長隨即停止。然此種物質對於生長之影響，在常人之間，並無使遺傳之關係成爲暗昧等重大之作用。自遺傳學上觀之，較此更重大者，爲對於生長之其他之影響，即因甲狀腺 (thyroid gland) 所引起之作用是也。此顯著之器官，在體內不絕產生以碘爲主成分之一種物質，此物質對於身體全體之化學成分，有非常重大之影響，而對於身體之正常的生長，特爲必要不可或缺者也。故甲狀腺之障害，能使生長發生變調，產生矮小之侏儒。大抵之侏儒，皆屬於此類（當然此外尚有原因，遺傳素質，亦有關係。）又腦底有一腺，其內分泌亦同樣與生長有關，此腺若發生障故，則與前反對，發生巨人之生長。以上之事項，當議論正規的生長之遺傳時，自非嚴格除外不可。

今如就某人口爲身長之定量的研究——研究者爲人口而非人種，蓋人類到處幾無純粹之人種，不過爲複雜混合之雜種之集團而已——測定之結果，又得一向平均值之兩方對稱之變異的曲線。成立典型的曲線。實際之例，如第四十七圖所示。測定二五〇〇〇人之兵士，每一英寸之差，

別置一組，各組之人數，以千分率表示之。其結果自五、五英寸之中間人數最多之組向兩方爲典型的對稱之分布，最大之兵士與最小之兵士，其數最少。此等現象之原因，可有二種。此兵士關於身長之點，在遺傳上爲單一之種族。果如是，則吾人所見之變異，不過因外界之狀況而發生之非遺傳的偶然的結果而已，自此選出最大及最小之個體，使之蕃殖，然不能得較此更大或較此更下之種族也。但在他方，此兵士之全體，由於其遺傳的身長種種不同之個體混合而成者，此亦可能。此遺傳的身長不同之型，若因重複因子組成之不同而成者，則互爲任意之結婚之此等兵士全體之最大者與全體之最小者交配時，其下，必爲同樣之組成。蓋具有此等重複因

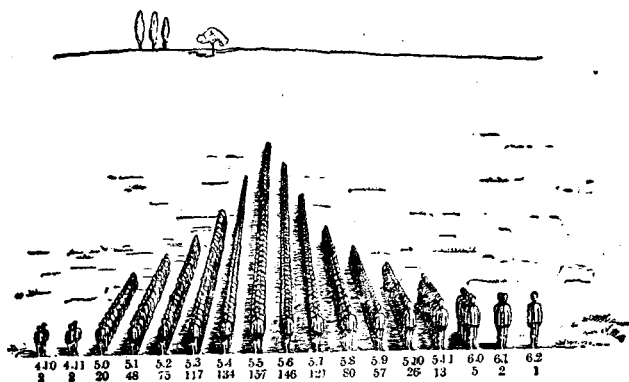


圖 七 十 四 第

子F₂代，常表示對稱的變異，此已詳述於前矣。由以上之議論觀之，第二種之說明為正確，此無可疑者也，其實際之證據，當如次節所述。

就每個家族，測定多數之人，且繼續數代行比較之研究，假定以上之實驗為可能。其次將測定之結果排列，例如兩親皆甚巨大者之子孫，兩親皆小形者之子孫，兩親之一方為大形，他方為小形者之子孫等等。結果兩親若皆甚巨大，則子孫常大，兩親若皆甚小，其子孫反不必皆小。於是可得以下之結論。與上例反對，身長之大者，乃為隱性因子聚集之結果，而非顯性因子之故，故無可稱為顯性之增大因子，而却有顯性抑制因子之存在。具有多數隱性因子者，故特形巨大。若僅有隱性因子而無顯性因子，則同樣生巨大之個體。但具有多數顯性因子之最小個體，此外得含有隱性因子，故其所產之子，不必皆如其自身之小形。由前述重複因子之說，同樣能預想身長不同之兩親之子女為何如者，又計算之結果，亦與此預想一致。但此時究有若干重複因子，欲知其確數，有行大規模實驗之必要，故尙未分明。

最後舉一由於重複因子之人類遺傳例。任何人士，對此例皆感有興味，即黑人與白人結婚時皮膚顏色之遺傳是也。此事亦流布有許多謬說。自純粹白人之父與黑人之母產生中等褐色之 *mulatto*。據世間之流傳，*mulatto* 與 *mulatto* 結婚，則產生 *mulatto*，*Mulatto* 若與白人結婚，則生混有四分之一黑人之血者即 *quarteron*，*mulatto* 與黑人結婚則生雜有三分之一黑人之血者即 *sambo*。故中庸黑色之黑人為 *mulatto*，其色稍白者為 *quarteron*。但實際 *mulatto* 間之子女，若就多數而調查之，其顏色並非一律，色之白者與黑者之間，有顯著之變化。然 F_2 代變異之大，實為重複因子存在之一證，此為既已學得之事，且其精密之研究，亦已詳於前矣。今如欲實驗之，可依次法。混合居民（*Bermuda* 島及 *Jamaica* 島）之皮膚之色，可以迴轉着色圖板測定之。此器械可由比較而決定此色之中，黑赤黃白之色以如何之比率混合者。行此實驗之際，務必擇居民中之家譜明瞭者行之。測定之結果，知黑人皮膚之色，大抵為二對增暗因子 *AABB* 所決定，而白人之色為 *aabb* 所決定。故 *mulatto* 含有二個增暗之因子，*quarteron* 則一個而 *sambo* 則有其三個。故由此可容易預想此等人混血之結果。但通常皮膚同色者之間，常好為婚姻，

而色稍白，已不愛黑色者矣。

人類尙有多數因重複因子而決定之遺傳的疾病，此無可疑者也。但因子之互相結合，頗爲稀見，故一般以爲非遺傳之疾病。參與此遺傳之因子，其數愈多，則欲追溯家譜證明其存在之希望愈少。故吾人屬次所痛感者，人類在遺傳研究上爲如何不適宜之對象之事實是也。故在其他生物所得之法則，對於人類，苟略能適用，則可滿足矣。

第十章 新遺傳特質之起原

以上所述者，類皆引用有一個或數個遺傳因子與其他品種不同之動植物，且大都為種種之純粹之品種。關於果蠅之種種事項，前亦曾述及，此蠅之各品種，均可互為交配，而交配之結果，已知有約四〇〇個孟特爾式遺傳之因子，故可知至少有四〇〇〇不同之品種之存在。然則此等品種，果得自何處者，豈集自然之個體，而使之蕃殖者乎？以前所述諸事項，要為縱不知此後將述之現象，亦可了解之事實而已。

達爾文建設其自然淘汰說，在說明生物之種，由簡單者變為複雜者之際，乃自家畜與栽培植物之關係出發，此為周知之事也。氏以為馬、犬、豬等之飼育種，必皆為人類在上古之世馴服而繁殖之野生種所變化而成者。今若調查此等之野生種，則可知此等皆為單一之品種。野犬與狼及豺相似，野馬具有特徵之型，野豬亦同。反之，家畜有非常多數之品種，若一想及犬之一切品種，即可了然。

矣。此等品種，究來自何處。今日吾人較達爾文氏所知尤爲正確。達爾文氏以爲此等品種，乃由於飼育栽培者，以人爲淘汰之方法陸續造成者也。卽選擇自己所好者而蕃殖之，卽能造成之云。自身所飼養之動物中，若有「變異」之出現，則選出自己所愛好者，且經多次之繼續選擇，目的所在之特質，愈成顯著，遂與最初之個體，判若二物矣。由以上之議論，吾人可知達爾文之思想，應有如何之意義。變異之所以發生者，因不同之野生品種之交配，其子孫發生複雜之孟特爾分離之結果，此際若有多數之孟特爾遺傳因子之參加，則可得所有個體無一相同者。今若選出吾人所希望之因子之組成，子子孫孫，繼續選擇，則漸次可得同型接合之個體也。

然此不過其一部分而已。由此等方法而能生成達蓋爾之曲足、牛、馬、犬等之斑紋，山羊、兔、豚鼠等之「安歌拉」毛獺犬及犬之頭，實難以想像。實際，達爾文自身已知此等特質，不必由人爲淘汰，——卽孟特爾之因子之組成——而能生成。達爾文曾探求種種事實。氏知飼育者以爲純粹之系統之中，往往突然發現一正或數正與其他之個體完全不同之動物，其特質自其最初卽知其爲遺傳之物，故此等個體，若得雌雄一對，則可使之純粹蕃殖。古來所知多數之例中，最有名者，厥爲「安

孔」羊之例。在美國之某牧場，自普通之羊，產生有如達蓋爾犬之短足之羊。此羊更生有達蓋爾式足之「安孔」羊，久爲人類所愛好，後漸爲人所厭倦，遂致絕滅。馬亦有同樣之例，世所周知，而達蓋爾犬亦必出於普通之犬無疑。同樣突然產生特異之個體，爲常有之事，如植物等，竟有自普通植物之一枝而發生新品種者。

昔者不知此種現象有重大之意義，及經詳細研究，與遺傳之法則成立一定之關係後，其真價值始顯明。今日此種現象，名之曰突然變異 (mutation)，由突然變異而產生之新個體曰突然變異者 (mutant)。故突然變異者，一生物之遺傳素質之改變過程也。由吾人所有之遺傳上之知識推測之，此種過程，必與孟特爾遺傳因子，有多少之關係者。實際一如吾人之預想。據吾人所知，一孟特爾式遺傳因子，爲不甚明瞭之化學的物質之一小片，在動物或植物之一定染色體之一定部位，占有位置，行非常複雜之化學反應，其結果乃生此生物之一定之特質。但此等作用，當然須在其他之遺傳因子存在，行協力作用之時，始能發生。若生殖細胞內或由生殖細胞產生之細胞內因某種原因此等遺傳因子消失或新生，或固有之遺傳因子，變更其組成，則其結果將如何？第一之結果，一

新特質在個體中突然出現，且新特質與固有特質之間並無中間的狀態。第二之結果，此新特質能遺傳於子孫。何則？新生之狀態，不問其爲新生之特質抑固有特質之消失或改變，與以前之狀態遺傳於子孫者相同，應自兩親傳達於子孫也。故遺傳因子變化之結果，應完全而直接遺傳。然則遺傳之情形將如何？此等突然變異者與元來系統之個體交配，則必發生簡單之孟特爾分離，此甚明也。蓋因突然變異，原來之遺傳因子不過與此作不同之對手而已。存在於果蠅之第二染色體上一定部位決定足之生長之遺傳因子，發生突然變異而產生曲而短之足，則曲短足與普通之足，卽爲一對之孟特爾式之特質矣。故便普通之果蠅與由突然變異而生之曲短足者交配，則得簡單之孟特爾分離。

又有應繼續敘述者，此等簡單之因子上之突然變異，產生顯性之突然變異者固有之，而產生隱性之突然變異者亦有之。卽由突然變異而生之遺傳特質，與原系統者行交配之際，有時爲顯性而有時爲隱性。又在普通之染色體中占有位置之因子，發生突然變異者有之，卽存在於性染色體內之因子，亦可突然變異，此時新生之特質，自應爲伴性的遺傳。但多數之突然變異者，皆爲隱性而非

顯性，此大可注目之事實也。故原系統之個體，對於新突然變異者為顯性。又非常多數之顯性突然變異者，在純粹之狀態（即同型接合的）不能生活，此亦顯著之事也。故通常突然變異者，僅在異型接合之狀態時出現。

由以上所述之事實，將發生次之疑問。然則突然變異之發生，一般如何得知，且如何毫無妨害而證明之乎？若有顯性之突然變異者，則殆不發生疑問。但動物之一種，或植物之一種，歷數代之純粹飼育或栽培，其間未嘗發生何等之分離足以證明其不純者，突然在此充分加以注意之飼育或栽培中，發現一個或少數之變態者時，則此是否為突然變異，必發生疑問。此時，使新出之個體與原系統之個體交配，其結果若新個體為顯性，為簡單之孟特爾式遺傳，則可斷言其為顯性突然變異者。實際從事於飼育之人，遭遇此等突然變異，若此突然變異，能引起彼之興味，有時能自此等突然變異者，蕃殖成新系統。此等系統，自其最初，已為完全純粹。與此相同之現象，雖不如想像之多，然在動植物之飼育，尤以在園藝植物之栽培，確屢有發生。

然隱性突然變異者，與此異其趣。異型接合子，與此同種而純粹顯性者交配，則結果外觀上完全表現顯性特質之子孫產生，實則此中半數爲具有隱性因子者。以慣用之式表示之，此爲 $Aa \times AA = \frac{1}{2}Aa + \frac{1}{2}AA$ ，即以顯性之個體，行反交之事相當，此等事例，已詳述於前矣。隱性之疾病素質，隱伏數代，全不爲人所知，及一旦其異型接合之二個體相交配，於是純粹之隱性之個體，乃自此分離而出者，卽此故也。設此等事情，發生於繼續純粹飼養中之動植物，卽隱性因子，以異型接合之狀態，繼續潛伏於個體之中而吾人不察，以爲純粹者之品種中，假定一旦發見此等事情，則突然發生純粹隱性之個體。因此將信爲隱性突然變異之發現。實際此等錯誤之解釋，並非稀見，欲避去此等錯誤，唯有歷多數世代，飼育多數之個體，而將多數個體，一一育成而檢視之。但此等隱性特質，於某時或由突然變異而生亦未可知，此應考慮者也。關於此點，擬詳次部。

真正之隱性突然變異者發生時，將如何認識之乎？於此不可不考察突然變異之爲物，何時又如何發現。若將植物之枝或芽之突然變異（芽部突然變異）除外，則突然變異之過程，應發生於

生殖細胞之內，不論雄性之生殖細胞或雌性之生殖細胞，毫無異趣。此等突然變異之變化，或發生於一個生殖細胞中者有之，或多數生殖細胞同時發生者亦有之，又不再行分裂之成熟生殖細胞發生變異者有之，而發生於今後將繼續分裂之幼稚生殖細胞，而使異常生殖細胞之數增大者亦有之。但雄性之生殖細胞與雌性之生殖細胞同時發生突然變異之事，甚為難得，而更為稀罕者，縱有變異之卵細胞與精子細胞之存在，厥為兩者之圓滿受精是也。故通常發生突然變異之生殖細胞，皆與不起突然變異之生殖細胞癒合。於是形成雜種，若原有特質為顯性時，則由外觀不能知其為雜種。此等雜種，除自家受精之植物外，大抵不能與自己同稱之個體交配而蕃殖，通常皆與原種交配，其結果產生半數純粹顯性之個體（與原種同）及半數異型接合者。異型接合之個體數，充多數後，始能發生二異型接合子之交配與生殖等事，結果至次代始行簡單之孟特爾分離，而始有四分之一之純粹隱性者即隱性突然變異者之出現。實際發生突然變異之過程後，經過四代，始得認識突然變異之個體。

人類若發生何等之隱性突然變異時，此等突然變異，究有若干之被人認識之確實性，對此稍加考察，或非無益之舉。據注意深密之計算結果，一婦人至少產生五〇〇有受精能力之卵，而一次之受精，須備數百萬之精子。今假定子女之數為四人，而突然變異為常有之事，然由發生突然變異之生殖細胞而得一子女之機會，無論何人，不敢謂之甚多。但此時若二人之異型接合子結婚，則隱性突然變異，即起分離。即二家族偶然同時發生突然變異，或最初之突然變異者之子孫間，實行血族結婚，且產生充分多數之子女時，始可得隱性突然變異之個體。此外似無再敘述之必要。吾人所欲言者，即「人類者不適當之遺傳研究之對象也」之一語耳。

存在於性染色體中之遺傳因子，若發生突然變異，則其結果所生之隱性突然變異者，較前所述者頗易於認識。生物雌雄性之一方，通常為雄性，僅有一性染色體，此吾人既知之事實也。存在於此染色體中之隱性遺傳因子，因其不具顯性之對手，故其特質，常易被認識。雄性之惟一之性染色體（蝶與鳥類，與此反對），常得自母方。故某一卵細胞之性染色體，若發生突然變異，此卵若與產

生雄性不具X染色體之精子細胞受精，則產生男子，此男子乃表示隱性突然變異之個體。欲知突然變異如何發生，則此等伴性突然變異，實為適當之材料。若發現一獨特之雄發生突然變異，則即可知其母親之成熟卵中，必發生突然變異之變化。

於是本編之讀者，殆將發生次之疑問矣。引起突然變異者何也？何故一遺傳因子生急激之變化時，結果發生完全不同之現象乎？此問題至今未能解答。最近二十五年間，遺傳之研究，有非常長足之進步，然今尙未能說明突然變異之原因。欲由實驗而引起突然變異之計畫，皆以失敗終。引起突然變異的變化之能力，在吾人能力之外，此殆可謂既定之事實。

左之事實，其自身為甚有興味者。吾人在實驗時，以渺少之果蠅為材料，為種種之交配，關於其染色體上遺傳因子之位置，已得有非常有興味之結果。吾人使用一切種類之品種，此等品種，在孟特爾式遺傳因子上，互有差異。然吾人素稱為品種者，實際可謂突然變異者。以果蠅為材料之有名研究，必自天然產通常果蠅為出發點。此等果蠅，可生二百個之卵，此卵再變為二週間之內再能生

殖之蠅。因此僅在十五年之間，得數百代之世代而育成數千萬之蠅。右所述者，究有何等意義乎？

謂世界之歷史，不過人類之百代

而已，與蠅殆不可同日而語者也。

此飼育中，往往發見突然變異者，

而此變異者，即可認識，且可繼續

純粹育成之。而此純粹者，可用於

次之實驗。如前所述，此蠅約有五

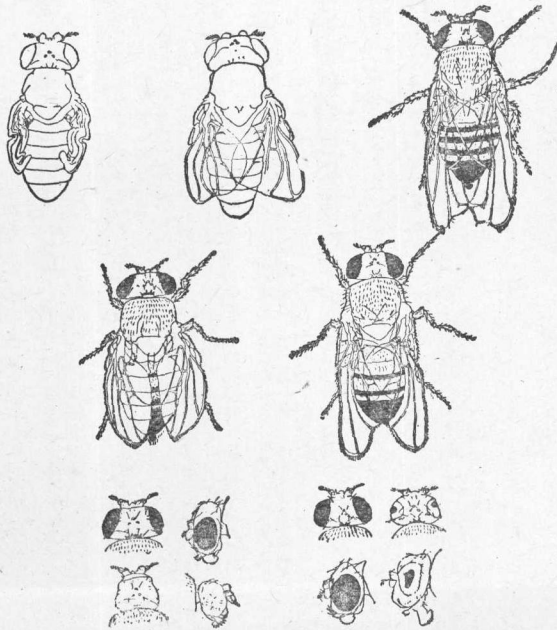
○○不同之突然變異者，為世所

承認，且其遺傳之狀態，亦經研究。

例如有與原品種目色不同之突

然變異者，無赤目而有薄赤，黃色，

或白色之目。又有目形不同者，即



第 四 十 八 圖

無圓形之目而有帶狀之目或目全缺，或組成目之部分，紛紛散在。灰色之體色，有作黃色或黑色之突然變異。翅之長度及形狀有變為棒狀者，或不具翅，或其尖端作膨大之形等種種突然變異，體表所生之毛，其數與形不同，或足短而曲，或生二重等突然變異皆是也。第四十八圖中，僅擇此等突然變異者之少數而繪之。果蠅之外，無論何種動物或植物，皆無如斯多數之突然變異者也。但研究者，在其所用材料之動物或植物，其未遭遇突然變異之現象者未之有也。研究者對於其所用之材料，研究愈詳，則遭逢突然變異之機會亦愈多。故一般突然變異之發生，無可疑者。又在遺傳實驗中所能認識之遺傳特質，其多數皆由突然變異而成立，此亦無可疑者也。

以上所舉突然變異者中多數之例，不得不視為病的個體，此甚明也。短而曲之足，二重之足，白眼無眼等性質短翅無翅等狀態，決不能謂之正規之性質。而同時犬牛魚狗頭型或獠犬型之頭，各種動物之白子，因缺乏保持身體平均之器官，無論如何振盪，不起昏瞶之。

人類之六指，曲足等之性質，實不外於病的性質。是故多數之突然變異者，皆具有病的及異常的性

質，此無懷疑之餘地者也。然自純粹之遺傳學之立場言之，此並非異常之現象。突然變異者，與正常之遺傳因子，在遺傳之徑路上，完全相同，此可由雜種之分析而知之者也。故無論突然變異，產生正常之結果，或病的變化，遺傳上皆同也。若將異常之狀態，置之度外，則與正常之遺傳，在徑路上並無絲毫之差異。但一旦變更吾人之立場，自進化論之立場觀察之，則同一事實，立有非常之意義矣。

今日無論何人，皆知達爾文始創之進化論。進化論主張地上生活之生物，古時並非如今日之狀態，乃自簡單者進化爲複雜者也。此進化之過程，達爾文以爲如是。兩親所生之子女，並不完全相似，必稍有不同。即彼等皆表示多少之變異。此等個體中之中大部分，對於求食物及住居之生存競爭，應較爲適宜。如此則具有此種性質者，必大有利。具有此等有利之變異者，較其同類，在生存競爭上，必占有利之地位，蕃殖其子孫，將此有利之性質，傳之子孫。其子孫亦行同樣之變化。如此，生物漸次變化，對於外界之狀況爲最善之適應。此可實際證明者也。故適者生存之現象，即能發生種類漸次變化之結果。

達爾文所主張之生物變異，其思想不甚明確，此點久爲人所議論。生物因所受之外界之影響

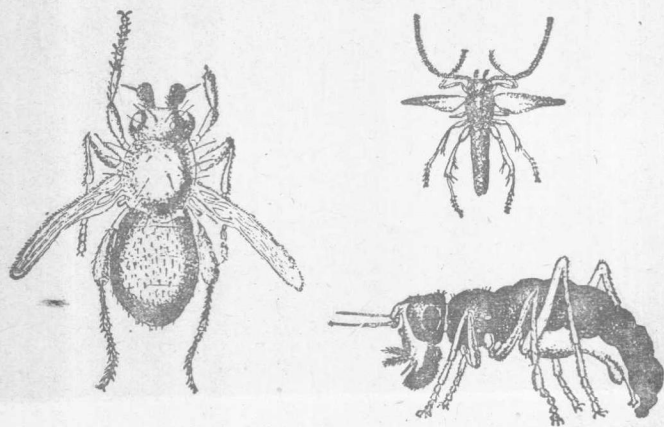
而發生之變異，不能遺傳，此爲吾人既知之事實也。此等變異，不問其爲天然發生或由於飼育者之人工造就，不稍變其遺傳之性質，此在豆之例，研究已詳。又兩親在遺傳上爲不純爲異型接合時，其子女發生差異。即在子女之代，起雜種之分離。此亦爲變異之一。達爾文亦認此爲變異之一。此外尚有他種變異之存在，即稱曰突然變異者是，個個之生物，因此突然變爲非常不同之個體。達爾文對於亦名之曰變異，以爲與其他變異屬於同一部類者。

關於突然變異之現象，充分了解以來，多數之研究者，以爲此突然變異，真爲種變化之過程之所在，並非由於適者之選出而漸次轉變者也。即種之變化爲突然的偶發的過程，對於適應，並無何等關係者也。當然，突然變異者，急激出現之時，冷酷之外界，對此施行其試驗，決定此等新生者是否適於生活。苟爲不適，則此生物將從地上消滅。若適於生活，則此突然變異者，方能開始生存，並非漸次變化使之適應於外界者也。是故關於發生適應之點，與達爾文心目中所有者，到達完全不同之結論。關於此點，將舉例而加以極簡單之說明。

與陸地隔離常有烈風之蓋爾葛來島(Guelen)

有無翅之昆蟲存焉。即此島中所有之蟲如蠅、甲蟲、蝶等，或完全無翅，或僅有非常萎縮之翅，而不能飛者（第四十九圖。）

據達爾文之說明，若以蝶為例，則此島元來所有之個體中，翅之大度，早發現若干之變異。即短翅而不善飛者發生。此等個體反較長翅善飛者，暴風雨時吹入海中之危險較少，故能蕃殖且生愈不善飛之子孫。此等事情，苟經數代反覆發生，乃生無翅之品種。達爾文之學說必將如是說明。然突然變異論者，則將作如下之議論。大陸有無翅之蝶。飼養果蠅之玻璃瓶中，往往有無翅之個體，因突然變異而



第 四 十 九 圖

出現。與陸地隔離之蓋爾葛來島，必有一度，生物自附近之大陸，移住至此。即由飄流之木片，鳥之羽或爪運搬而至。苟有翅之昆蟲，一旦到着於島，若遇暴風雨，必被吹入海中而止。但偶然無翅之突然變異者來至此島，則無可居住之島中，亦能蕃殖。故必也先有偶然的，不規則的突然變異之出現，其次此突然變異者乃物色得適於自己生存之居住地，於是在此繼續其生存。故突然變異說以為突然變異者與從來之種類為襲然不同之新個體。適應性者，並非因漸次的變化而發生之物，乃偶然的由採用一定之生活方法而成立者也。

本論之最初，曾指摘實驗上所觀察之突然變異，有種種病的特點，今擬再加考察。實際實驗上所認識之突然變異中，其大多數不能認為造成新種類之第一步。今試討論多數哺乳動物之白子及有斑紋之個體。白子及有斑紋之動物，其種族若不自行絕滅，則此類動物，在自然中，必為其敵所發見。實際上野生動物之體色，大抵與其居住之環境，不相上下，體色至為簡單。然人類飼養植物，每喜特異之物，故選此等突然變異者而小心注意飼育之。對於天然狀態應行絕滅之物，加以保護。果

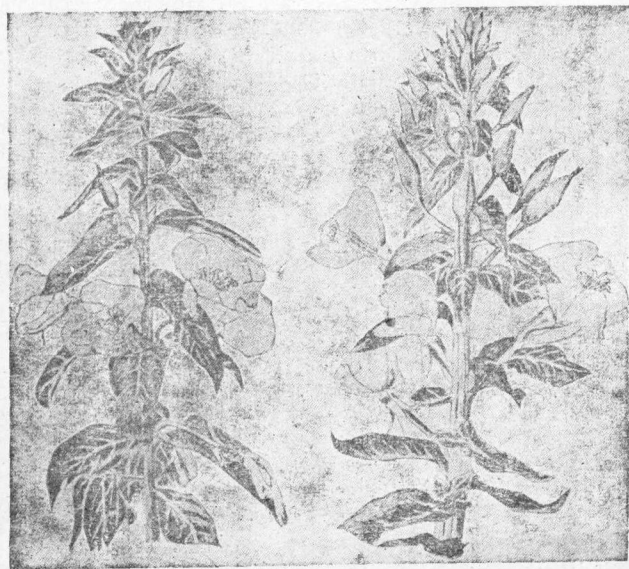
蠅之多數突然變異者，亦不能例外，多數植物之突然變異者，亦如此。此等個體，普通在天然狀態，爲不能生存之病的個體也。普通云云者，在天然狀態，此等畸形的突然變異者，有時亦能生存故也。野生之犬，有短而曲之足者，此爲突然變異者，因其能鑽入極狹窄之穴，反能殘存於世，同樣無翅之蠅，若移至蓋爾葛哀來島，反適於生存，此等皆其好例。但尙有他方面未述之事。同型接合之顯性突然變異者，通常不適於生活，此已詳述於前矣。今應補充者，試檢查一切突然變異者，則可知其大多數之生活力，較正常者爲微弱。染色體中之變化，吾人可由外觀的特質如體色之類，即能認識，然此種變化，同時影響及於身體全體，其結果使此生物不適於生存。故突然變異者之出現，在遺傳現象之研究上，雖爲極重要之事項，然於新種類之形成上，則幾全無關係或僅有僅少之關係耳。

以上所述之顯著的突然變異，是否爲可以證明之惟一的遺傳變化，即是否爲遺傳因子之全體及未知之處之遺傳物質之唯一的遺傳變化。一切遺傳研究者所經驗之處，最初僅發見與原種極不相同之突然變異者。及觀察眼漸形敏銳，而區別生物之方法，愈形精細，則遭遇突然變異者之

機會亦愈多。在天然狀態之下互相比較，此等生物中，通常並無原種與突然變異者之間所有之差異。故可作如是想！所謂天然之種類者，乃因些細之突然變異而生成者也。此等向種種之方向發生變化，在無限多數之回數中，僅有一回此等微細突然變異之組成，勉強適於生存。此等見解，與達爾文之學說，並不完全相背。所不同者，惟新種類僅能由遺傳因子之突然變異的變化而生成之一點耳。今點今日已極明瞭，達爾文所主張文進化說，因此更明顯。故突然變異說者，最初為達爾文學說之反對論，今則漸有重歸於達爾文說之傾向矣。

再須說明突然變異之一種，蓋關於新種類之形成，今日雖未能完全說明，然由此可大略說明故也。遺傳學中，大有進步者，惟此方面，今尚繼續其長足之進步焉。據吾人之考察，突然變種之生成，蓋由於一個或全體染色體之倍加。染色體之數，較原種恰為倍數之個體，突然出現，此吾人所常見者也。植物界中，此類事實，並非稀見，結果產生巨大之植物。其故何在？某種生物之中，細胞之大小，直接為其染色體數所支配。若由某種方法——此等方法為數甚多——能使細胞內之染色體數發

生變化，則細胞亦將隨之增大或減小。若染色體之數倍加，則細胞之大度亦將倍加，於是生成巨大之生物。月見草 (Oenothera) 即爲有名之例，簡單表示於第五十圖中，讀者請參照可也。植物之種類中，以月見草生成新種類之同樣方法，出現於地上者，實爲極可能之事實，近親之植物，其染色體數常有如二、四、八等倍數之關係，此即其明證，爲吾儕常所目擊者也。然此等事實，在遺傳學中可謂能引起普通人之興味之極限的事實。



第五十圖

然則人類之突然變異將如何？在人類中欲爲正確之觀察，其困難爲何如，已如前述。但此突然變異，在人類之發生上，確盡某種之職務。自他種哺乳動物相似之占推論之，則必曾有因突然變異而出現之遺傳特質之存在。白子，斑紋（此出現於黑人，）波狀，絹狀等之毛及無毛性，自原種之黑毛色至白茶色之色，自原種恐爲黑色之個體至白色之皮膚顏色，六指性及曲足與其他骨格，筋肉，神經系統，皮膚等所有一切之遺傳的畸形等皆是也。若吾人欲以實例證明突然變異爲一旦發生而容易遺傳之物，則甚屬無望。顯性之突然變異，固可毫無故障而遺傳，其中如足之裂開之性質等，至今已如三十次觀察之記錄。有「狷人」之稱者，愛德華、蘭培爾氏者，其角質之皮膚之性質，歷數代以顯性遺傳於子孫，然是人原出生於正常之家系者也。故可稱之爲突然變異者。但此等例尙不能決定的斷言其爲如此。最後，人類遺傳之研究上常有一難點，即諺所謂「母固確實，父則不確」是也。

當此章之末，擬自突然變異之細目中，再述一般人較有興味之點。即所謂致死因子 (Lethal factor) 者，由突然變異而出現是也。苟有此因子之存在，——但通常僅限於同型接合之時——則此生物必不適於生活。此因子能擾亂一般生活過程之秩序，或在發育之初期，引起畸形之發生，殺死幼胚，要之自受精以至完成發育之期間中，在某一時期，致生物於死。此等致死因子之存在，可由遺傳實驗之際，某一定部類之個體完全缺如之結果而知之。例如有黃色葉之植物，決不能為純粹之栽培。其理由因使葉成黃色之因子，苟在同型接合之狀態，則為殺死幼胚之致死因子故也。故使異型接合之黃色植物繁殖，則理論上應有四分之一之同型接合之黃色個體，四分之二之異型接合之黃色個體（黃色為顯性）及四分之一之綠色植物等分離之發生。然實際僅產生三分之二之異型接合之黃色個體與三分之一之綠色個體，而同型接合之黃色個體，則付之缺如。哺乳動物，亦有與此完全相同之例。黃色鼯鼠，僅能在異型接合之時生存，同型接合之個體，則早死於母體之中。

在果蠅之例，突然變異之過程，知之已詳，各因子在各染色體上之位置，亦可指摘，此種動物，屢

因突然變異之結果，發生致死因子，此亦為確實之事實也。此蓋稱曰突然變異之遺傳因子之變化，非常阻害此因子應有之作用，不能再使生物之全體為秩序整然之發育。此等因子，可發見多數，此無可疑者也。挪威 (Norway) 之某一家族，有短指之性質，歷數代之久，相繼遺傳者，即此例也。若此家系中，行血族結婚，則其結果，產生此家系內所存之因子成爲同型接合之子女。無指之子女出生，但在一年以內即行死滅。此恐含有同型接合之致死因子之故，若異型接合之時，則生短指之人。此等致死因子，對於多數之不妊症，亦應負相當之責任。此外種種自此發生之事實，在人類之遺傳上，爲常見之處。試想像鼯鼠之易罹瘟腫之傾向確由於孟特爾式因子所決定之事。如屢次所指摘，人類遺傳研究雖有難點，但對於此方向，尙可期待多數重要之知見。以上雖不完全，關於突然變異之敘述，作一結束，而完成此章焉。

第十一章 遺傳之法則與人類

吾人已知遺傳爲規則整然之行動且知其理由所在，故思慮深沉之人，對於自然之妙諦，必大增其洞察矣。然人類視人類爲一個人，或家屬之一員，或人民之一人，而直接的個性性的考察其種種有興味之問題，較爲多數。人類對於惟由遺傳學的知識方能解決之問題，往往不由科學的知識而依賴迷信，感情論或政治的政策而解決，此屢見不罕之事也。故當結論之際，試略述可由遺傳學而解決之一般有興味之問題。先舉迷信之例，爲敘述之端緒。在正確之知識尙未普及之時，迷信必甚跋扈，此到處皆然之事實也。電氣之現象及蒸氣機關之構造等，若無充分之預備知識，則不能加以議論，此理人皆知之。然而對於複雜之生命現象，則通常之人，無此方面之專門知識，往往妄自發表意見。在遺傳學之領域，此類空想的想像說，非常之多。如因兩親性慾之強弱，兩親中之一方之性質，傳諸子女者較他方爲多，或母乳影響及於子女之性質，混血兒僅傳受兩親之惡劣性質，或兩親

中之一方所受之疵，傳與子女等等皆其例也。而最普遍之思想，厥爲在母體內胎兒所受之神祕的影響。飼育者之間，有使種馬種牛與惡劣之雄交配，則能與已受精之胎兒以惡影響之迷信，此迷信亦由此而生者也。故若種犬與不良之犬交配而受胎時，僅使種犬再與良犬交配，以爲即可得良好之小犬。根據受精與遺傳之明確之事實，則以上所舉諸點，明爲毫無意義之迷信。實際同一之雌，同時與二個性質不同之雄受精，二雄中之任何一方對於他方之胎兒性質，並無何等之影響。屬於同等之童話的傳說者，爲妊娠中之母親，苟有所感動，則此等感動之結果，出現於子女之性質等是也。卽母親若見馬而受驚，則必產生具有馬足之子女。此種傳說，若有幾分真確，則恐此家系中必有足之畸形之遺傳。此種畸形，依遺傳之法則，一旦出現，乃稱爲馬足耳。不遇此等不加批判的研究而好爲此等傳說之人者未之有也。但欲使此等迷信根絕，其事甚難。然妊娠中之母親，受驚或發病，馴致胎兒之營養障害，或因有毒之物質而使之中毒，或與以機械的障害，此等與迷信不可同日而語，此無待多言者也。童話擬止於此。

以上之敘述中，往往以人類爲比較。但必須屢次聲明者，因種種之理由，人類爲遺傳研究上最不適當之對象，及生物界所通用之遺傳法則，若能證明其能適用於人類則即應滿足等點是也。今日人類之正常的性質及病的性質中能遺傳者，已有多數，且已證明其爲孟特爾式遺傳。但此等性質，僅有一個之因子參與其間，抑有多數之因子，與此有關此點尙無確證。然人類亦因遺傳之法則，發現與動物植物同樣之結果，此則由此亦足以明示矣。然而人類尙有重要之點，即精神的及靈的特質是也。此等性質，與身體上之特質，同樣遺傳，大多數之例中，事實爲遺傳之特質，此無可疑者也。但欲一一加以證明，則非常困難。大體言之可如次。對於如音樂的才能及數學的才能等特別才能之遺傳，已有深刻的孟特爾式之分析。又與動物界中鼠，蹩鼠及豚鼠等野獸性之證明同樣，如低能等理性之粗大之區別，亦同稱有研究。

如氣質，傾向等微細之心理的性質，如加以研究，則必遇困難之點，恐此等心理的性質，有殊特之事情，普通在錯綜混雜之狀態故也。雖不易明白，如以特別之方法研究之，則分析亦屬可能。某一心理的單一之遺傳特質，須在其他多數遺傳因子存在之時，始能出現，此可想像而得。此等因子在

種種之異型接合之狀態而存在，此在人類混血兒中常見之現象，外觀上完全不同。此例如欲正確決定其以前之過程，幾為不可能之事。故吾人如能證明此等特質為遺傳之物，則已足矣。

研究人類之遺傳問題，尤以研究身體之特質之時，外界之影響，即其社會的境遇，甚為重要。遺傳素質完全相同之人，若在適當境遇之下，其結果此素質善能發達，然此往往成為社會的不良之性質而出現。但同一素質，若在不適當之境遇，則不得發現而終。甚有遺傳之可能性之性質，即放縱性，易於興奮之性質，視外界之境遇如何，或成研究旅行者，或流為放浪之徒。但亦有正反對之現象。因遺傳素質之力十分強大，境遇之力，或等於無。素有教養之名門子弟，為其遺傳性之下等衝動所驅，流為犯罪者。故有決定的力者，惟遺傳之素質，不過外界之境遇，尤其是社會之境遇，亦有強大之作用耳。

當研究遺傳學時，吾人往往說明遺傳之法則，當飼養動物或栽培植物之際，有何實際之意味。此即表示此種結果，亦可應用於人類。關於人類之過去及其發達，建設一新說，是說也，不依感情，而

依自然科學之知識，可完全成立。故現在之人類，如飼育之於動物，亦可加以改良者也。

吾人擬由遺傳學之立場，對於人類之發達與其文化，略加研究。吾人自然不欲踏入哲學者，歷史家，心理學者，藝術家，言語學者之領域。吾人亦不欲以科學的方法代彼等之研究方法。吾人之目的，在於自遺傳學之立場，對於人類文化之發達，可獲得如何之結論，且究明遺傳之法則在此發達上如何適用之點耳。試一想像遊星之研究旅行者，來地球後，記其所見聞之事。如此則彼將見地球上所有一切之生物，各種各有一定程度之完全。其中最顯著者，為自稱有智慧之 *Homo*（即人之意）者之一種生物。此種生物，經研究之結果，自生存競爭上感覺之敏銳及筋肉之力言之，皆較其他動物為劣，然能為特殊之職務。其理由在於一器官曰腦者，完成其異常之發達之故，由此乃得征服自然。使用器具，耕種，由言語而為意志之疏通，組織社會與國家，最後乃創造藝術與科學，此類人類之特別作用結果，總稱之為文化。然若通覽各種人類在地上時間的及空間的分布與自最初之人類成立後之變化，則可知各種人類之間有非常之差異。即身簡單者向複雜者發達。彼知一切生

物，皆如此漸次發達者，故見以上之現象，亦不以爲怪。彼研究其發達之法則，殆將以稱曰人類之生物之文化發達史爲動物發達史之一章而已。

吾人既知生物之外觀的性質，共有二種，其一由於環境之影響而印刻於生物之上者，此決不遺傳，與性質之所有者同歸於盡。其他之一爲遺傳素質，凡出現於各個體者，必遺傳於其子女及子孫者也。因此將發生次之疑問。人類能力總和之作用，其結果成爲文化，然則此能力究屬於二種性質中何種性質乎？對於以上之疑問，其第一之解答如下。人類握有 *John* 屬（動物分類學上人之名稱）中所遺傳之精神能力之基礎。無論在何時代，何種人種，人類在此一點，互相一致。猶之手足等之型，雖有種種，然其根本之型，則皆同樣。當然，在事實上各有可以區別之異點。但此等異點，蓋由境遇而成。卽氣候，風土，風俗，習慣，達意之語言文字等皆是也。此點如已闡明，則遺傳學無多言之必要。人體之所有一切，皆能遺傳，然因時因地，文化仍有差異者，乃歷史哲學之問題也。第二之解答如下。文化之能力，與遺傳素質之量之多少有關，而此量則因人而異。此雖亦有四圍之環境之作用，然文化之進化，變化，及消長，乃由於文化能力之遺傳素質之差，此甚明也。

以上之二事項，其爲真理，殆已確實。即文化發達之法則，依存於遺傳之文化能力之作用，殆已確實。蓋精神素質之遺傳作用，使文化之發達，成爲可能。此精神的遺傳素質，與生物之其他之物質的遺傳素質完全服從同一之法則而遺傳者也。故文化上之問題，遺傳之科學，在若何之範圍內參與其間，已爲自明之事。文化之所有之變化性，不論其爲進步抑爲退步，或爲擴張，一切皆基因於文化能力之遺傳作用。人類出現以來，其間幾三十萬年，文化之種類與程度，事實已經幾多之變遷。而現在各民族各有其特異之文化。此精神的變化，與生物之體型的變化，常平行而生，由此而有動物植物各種族之區別，蕃殖於地球之上。生物進化之法則，亦即人文進化之法則也。

吾人既知以上法則之合致，乃想起以下之事，生物自其環境所得之物，即其自身所取得之物，決不能遺傳。關於人類，此事實再闡明之不可。苟獲得之性質，亦能相傳，則將如何？人類之一人，苦心慘澹所得之經驗，以某種方法，完全傳之子孫。子孫之經驗，自其最初，即能自最高標準開始。如此則文化之發達，常因各個人遺傳相續之經驗之堆積，遂將成非常高度之發達。果能如是，豈不美哉！吾

人之子女，在搖籃之中，若已盡悉吾人努力所得而知之一切之事項，則豈不美哉！但不幸並無此類之遺傳。但常得一慰藉。人類與其他一切生物不同之處，即在吾人能言之一事。吾人有語言即有口碑。事實吾人所獲得之知識，不能遺傳於子孫之頭中，然能由口碑傳之於後之來者。彼等在吾人所得之知識之上，將再加新知，而吾人之自然的不能遺傳之素質，將以此法而得非常美滿之保存。能算出平方根之馬，能寫信之犬，對於馬族犬族，不能留存何等之感化。然人類之腦之偉大之業績，不必由於遺傳，亦能傳之久遠。

吾人已知一生物之遺傳的性質發生變化之種曰突然變異，此為遺傳因子之突發的變化，且一新生之突然變異者，在非不適當之時，或探得一新生活之地方時，始能生存。人類與此事，有何關係乎？第三紀地層時代人類之形式方成立時，較之同時代中地上棲息之動物，人類之肉體的性質皆居劣勢，然其腦力則自最初即優於其他之動物。其後數十萬年，以至古代石器時代為止，其間人類與其他之野獸為同樣之生活。即人類在支配自然之戰爭中，受最強大之自然淘汰，而知識的能之力之自然淘汰，最為強烈。精神上新發生之突然變異，在人類之進化上，為一劃時期之作用。器具與

武器之製作與使用，發火，食物之調理，言語之發達等使腦發動之能力之發生，使原始民族，漸漸於自然淘汰中得異常之勝利。又此外在人類之原始狀態，雌雄淘汰，確盡其異常之任務。即機敏者爲幸福之突然變異或增大其生殖力等是也。故人最初長期之進化時代中其文化的能力之進化，與其他體型中之適者之進化同樣，由自然淘汰之結果，多數微細之突然變異堆積而成，此甚確實也。在地理之全面，占有住所，在一定住所，漸次生成一定之型之人類，組成集團，此集團中，恐與今日之野蠻人，有同一程度之文化標準。人類屬於野獸，與此依同樣之進化法則而來者也。原來，人類者，家畜也，所謂家畜者，乃由野生狀態而馴致之者也，人類亦從同一法則而進化。

今日各種家畜之間，所謂敏銳之自然淘汰即在自然界中完全不適於生存條件之個體，或不甚適之個體除而去之之自然淘汰之作用，完全消滅。在粗暴之自然之下，人類開始飼養動物，人類或由於必要或由於任性，養成違反自然之家畜。恐在野生狀態最適宜之個體，已絕滅矣。

曲足凹眼之狗，大腹曳地之豬，不孵卵之鷄等皆在自然狀態之下不能生存者也。人類在化狀

態之下，不從彼之意志而生活，反不絕行消極的自然淘汰。否定人生之生存價值，或不喜蕃殖等等皆是也。自然界中之自然淘汰，對於相傳之文化的能力之向上，爲重大之要素，然往往逆轉於反對之方向。

吾人更須深思。在自然界中供給自然淘汰以材料之突然變異的遺傳變化，爲決定之重要作用。然在文化世界此意義甚爲減少。動植物之飼育栽培家，往往利用突然變異而育成新種類。與此同樣，在人類之文化的進化中，亦有簇新佳良之遺傳素質之出現，而此素質亦可保存。然此等若與其他之飼育法即交配相比較，則其作用實無足數。吾人已知由交配或孟特爾法之蕃殖而發生之遺傳因子之新組成，如何生成新的種類，且吾人既知家畜之種類之大部分，如何改良而成矣。由此方法，不能望新遺傳質之發生，不過僅產生新配合之個體而已。苟使遺傳因子，與音階之音調相比較，則若非有新音調之增加，不能作成新音律也明矣。

再談人類之問題，略一研究人類文化的能力所依據之遺傳素質。先舉可施觀察之二三素質

(此等自遺傳學之立場或爲單純之遺傳素質，然自心理學言之決非單純之神經素質亦未可知，然此等事可不必拘泥。)神速之理解力，理論的頭腦，數學的頭腦，造型之才，模倣能力，手之伶俐，卓越之趣味性，喜孤獨之性質，羣集性，殘忍性等等，此等及此外數百之素質中，若干素質，在若何之狀態，互相聯結，此對於文化發達之基礎，並非絕無關係。且一般文化之基礎，於此等素質之一定組成存在之時，始能出現，此甚明也。今觀察具有高度文化之民族歷史，其第一步卽自人類種族之家畜化始。此處自然所示最複雜之交配實驗之存在，無須多數之例。自幾代之交配而得之具有一定民族性之種族，漸次向新天地移住，與其地之先住民族交配，卽能發生遺傳特質之可驚之複雜組成。新交配新組成，不絕發生。各組成各由其種類之不同，不論良否，皆發生文化發達之新勢力。

試觀一般人之肖像，則可發見多數之特質。今雖爲文明之人，然其特質之根源，可歸之於昔日移住之種族。吾人擬稍加研究。飼育者使二品種交配，則惟二對之孟特爾式特質發生分離，在其會孫之代，新組成可得純粹(同型接合)之個體。自然育成比較的少數之個體卽可。若有六對因子

時，則可想像之組成之數，卽加以概算，亦非飼育百萬以上之個體不可。故實際飼育者所希望之組成，不能望其純粹。唯可得非常相似之個體，卽多數或少數因子之同型接合。此等一經選定後，則次代可得更與目的物相似之個體，若更經數代之選擇，則可得飼育者所希望之個體矣。與他處交通斷絕之人種，例如一島中一家族不起混血而交配之種族，有次之關係。一對之男女，依現在人類之平均增加率而繁殖，則千七百年之後，可與現在地球上所有之人類之數相等。然就實際觀之，在孤島中一定時期之內，僅極少數（較之理論上之增加率）之增殖。全島民僅有少數之共通祖先，相互間多少均有血族的關係。換言之，已造成多數之純種。由交配之純化，如吾人所知，乃獲得均齊卽同型接合之確實方法也。是故由純粹交配，可擴大文化的能力，孤立與純化，乃使其文化行均齊與確立耳。英國與日本之發達，卽其例也。

茲達最後之重大之點。吾人既言無論爲進步的進化或退步的進化，進化之法則皆同。關於此點，吾人之議論，特爲明瞭。由於交配之純化，獲得均齊卽同型接合。然此種純種與他種結合時則如

何若與良質之個體結合，則將產生最優良之人類。若與惡質之個體相結合，則居民之大部分將成零落。文化發達之法則，亦即文化滅亡之法則也。如此吾人自過去之問題轉至現在及將來之問題。考慮人類改良及人類之將來之諸子，遺傳學之結論，必與以甚深之印象，此甚明也。吾人自動物之實驗與人類之興味，知所謂良質與惡質如何遺傳矣。又動物或植物之飼養栽培家，由遺傳法則之知識，行因子之適宜之配合，養成種種希望之個體。如某動物或植物，對於某種疾病，養成有抵抗力之品種等即其例也。吾人自一般人類之立場知人類之遺傳質中有多數之良好之素質，而同時又有多數不良素質之存在。如是將發生次之問題，即人類之改良，亦可如動植物之例，一樣施行否？

此最後之問題，與人類之家庭動物的性質相聯結，則為自然的存在，人類社會中，排斥不必要之物，不但不止，且應對於劣等者加以嚴格之選擇。對於此等雖無舉例之必要，未達生殖年齡時自然發生之出血症，近眼，聾啞，白癩等等皆是也。然不良之遺傳質中，在人類社會直接遺傳者，僅見次例。低能者即精神進化之階段中之孩童狀態，此為簡單之隱性而遺傳。此等人物，概無責任或且不

知抑制，使人民中之幾人，大行增殖。美國有一家，自五代前一人之低能者，產生七十五人之愚鈍者。於是乎吾人對於惡劣之遺傳質，欲加以淘汰。惡質之增加，可及的防止，而良好遺傳質之增加，則可及的助長，吾人深信此爲人類社會之大問題也。

然則此在如何程度爲可能乎？此良好之遺傳質與不良之遺傳質之增加，皆不確實，此無可疑者也。故此不確實者欲增加良好之遺傳質，關於人類之遺傳性質之正確智識，表示其爲必要之事而同時又表示其困難之處。吾人知能遺傳之多數佳良及不良之人間性。但因不能加以實驗，雖極單純之例，欲確實調查其遺傳之系統，亦甚困難。在家畜之配合中，此種系統之調查，甚不確實。又如白癡癩癩等病，有由遺傳素質而發生者，又有因受直接障害而發生者，有時頗難辨別其原因。又有視爲不良素質之中，有時能發揮其驚人之藝術的或科學的才能之遺傳素質，亦間有之。總之此等問題，一見似大疑問。然此亦可解決。此等不良性質之大部分，皆爲隱性。同型接合之隱性，可除去之，然異型接合體則甚難除去。此等具有隱性之遺傳質而不露出於外之人，不能自知。今日之文明國

中，不傳此等隱性之家族，即謂之無一家，亦無不可。

如此實際上雖有解決之可能性，然吾人自身，果能克服此困難乎？有積極與消極之二可能性，甚為明顯。為獲得良好之遺傳質起見，吾人得行種種之方法。苟有具有遺傳的劣質之一家屬於此，則可除去其劣等之性質而得滿足之子女。各人在創立家庭之際，為自身計，為國家計，均因自優生之見地，選擇其終身之伴侶，此理之當然者也。一青年先與一女子相戀愛，後乃調查此女之血統，想像此事殊覺可笑，然為獲得理想之子女計，彼將選優生上最優越之對手，則吾人可得會心之微笑矣。是故積極的優生法，非為教育的問題不可。

消極的方法，在於惡劣遺傳質之減少。如前所述，種族之孤立，自遺傳之見地言之，為帶有危險性之事，又低能者之生殖，應加避免。此種嘗試，有時成功。以前聚集低能者於阿奧斯泰，在此處法律許其結婚，可安心蕃殖。以來此等不幸之徒，開始與普通人分離而孤立，而由遺傳之法則，低能性漸次消滅。但此等調節，不幸僅能行於此顯著之例，若略有抵抗，則欲因孤立而成功，非常困難。在今日

須禁止蕃殖之人，欲以完全無誤之正確方法指出之，則時期與吾人之知識，皆有待於將來之進步。避去繁殖之方法，由孤立或去勢均可。去勢之法，在美國多數之州中，對於白癡，低能者及天稟之犯罪者，以法律強制實行。將來此等之數，必將增加。於是吾人深感責任之重。吾人之正確之知識，將再進步。此事實之知識普及於人類，使大眾皆有優生之自覺，實為最緊要之事。與其他之場合同樣，此處亦適用金言，即「知者力也。」